
WELLCOME
HISTORICAL MEDICAL LIBRARY

LA SCIENCE ROMAINE

A L'ÉPOQUE D'AUGUSTE.

ÉTUDE HISTORIQUE D'APRÈS VITRUVE.

Prof. Comm. Antonio Favaro



ORGUE HYDRAULIQUE

REPRÉSENTÉ

SUR UN MÉDAILLON D'UNE MOSAÏQUE TROUVÉE EN 1852 A NENNIG PRÈS DE TRÈVES,

DANS LES RUINES D'UNE VILLA ROMAINE CONSTRUITE, SUPPOSE-T-ON,

SOUS LE RÈGNE D'HADRIEN.

LA

SCIENCE ROMAINE

A L'ÉPOQUE D'AUGUSTE

ÉTUDE HISTORIQUE D'APRÈS VITRUVE

PAR

A. TERQUEM,

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

Extrait des *Memoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille.*

PARIS

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

FÉLIX ALCAN, Éditeur,

108, boulevard Saint-Germain.

1885

LA SCIENCE ROMAINE

A L'ÉPOQUE D'AUGUSTE.

ÉTUDE HISTORIQUE D'APRÈS VITRUVE

PAR

A. Terquem,

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

CHAPITRE I.

REMARQUES GÉNÉRALES SUR VITRUVE ET SON TRAITÉ D'ARCHITECTURE.

En parcourant le traité de Vitruve sur l'architecture, je fus frappé du nombre considérable de faits particuliers, étrangers même au but de l'ouvrage, qui s'y trouvent, et sont de nature à donner une idée assez nette des connaissances des Romains tant au point de vue théorique que pratique dans les diverses sciences, à l'époque d'Auguste. C'est ce qui m'engagea à en réunir divers extraits, en les classant méthodiquement, non d'après l'ordre d'exposition, mais autant que possible d'après la nature des objets auxquels ils se rapportent.

Quelques mots d'abord sur Vitruve et son traité d'archi-

tecture. On sait peu de choses sur sa vie, si ce n'est par ce qu'il en dit lui-même; il n'est cité que par Pline et par Frontin, qui vivait sous Nerva et a écrit un commentaire sur les aqueducs de Rome.

Vitruve (Marcus-Vitruvius-Pollio) est né, suppose-t-on, à Formies, aujourd'hui Mola di Gaeta, ville de la Campanie, ou tout au moins en est originaire ; cette opinion est basée sur ce fait, que l'on a trouvé à diverses époques, dans les ruines de Formies, de nombreuses inscriptions où il est question de la famille *Vitruvia.*

Il vécut sous le règne d'Auguste et au commencement de ce règne ainsi que le fait entendre la dédicace de son ouvrage; la preuve convaincante qu'il vécut à cette époque, c'est qu'il ne parle de l'existence que d'un seul théâtre de pierre à Rome, celui de Pompée, tandis que le Colisée a été commencé à la même époque. Il dut appartenir à une famille aisée et reçut une bonne éducation ; il avait fait des études libérales. Dans la préface du Livre VI, après avoir, par divers exemples, montré l'utilité de l'instruction, il ajoute :

Alexis dit que les Athéniens doivent être loués d'avoir corrigé la loi commune à toute la Grèce, qui oblige les enfants à nourrir leurs parents, en ordonnant que ceux-là seuls y seraient contraints dont les parents auraient eu soin de les faire instruire. Les présents que nous fait la fortune, elle nous les enlève aussi facilement, tandis que la culture intellectuelle ne nous fait jamais défaut, et nous ne saurions la perdre qu'avec la vie.

Aussi je reconnais que je dois beaucoup de reconnaissance à mes parents, qui, persuadés de la justice de cette loi des Athéniens, m'ont fait étudier un art qui exige la connaissance des lettres et de toutes les sciences. Grâce à la sollicitude de mes parents, aux leçons de mes maîtres, j'ai acquis des connaissances étendues ; je me complais dans les études philologiques et philotechniques, dans la lecture des ouvrages scientifiques ; j'ai acquis un bien, dont le fruit le plus important est de me faire comprendre que la plus grande richesse est de ne rien désirer, et que le superflu est inutile.

Vitruve se peint (Préface du Livre II) à regret comme

petit, déjà défiguré et affaibli par l'âge, à l'époque où il écrit son ouvrage :

La nature, Empereur, ne m'a pas accordé une grande taille ; mon visage porte les traces de l'âge ; la maladie a détruit mes forces. Aussi, quoique privé de ces avantages, j'espère obtenir ta faveur, grâce à la science et à cet ouvrage.

Il fait cet aveu après avoir raconté comment l'architecte Dinocrate étant doué d'une taille avantageuse, d'un visage agréable, parvint à attirer l'attention d'Alexandre, en se présentant, pendant une de ses audiences, costumé en Hercule, la tête couronnée d'une branche de peuplier, l'épaule couverte d'une peau de lion, et tenant une massue en main. Il avait proposé au roi de tailler le mont Athos sous la forme d'un homme tenant dans la main gauche une grande ville, et dans la droite une coupe recevant les eaux de tous les fleuves qui coulent de la montagne pour tomber dans la mer.

Alexandre, quoique ayant objecté à Dinocrate qu'il ne manquerait à sa colonie que des champs de blé pour la nourrir, le retint néanmoins près de lui et le chargea de bâtir la ville d'Alexandrie.

C'est ainsi, dit Vitruve, que Dinocrate, recommandé à Alexandre par sa figure et ses avantages corporels, parvint à une grande fortune.

Vitruve semble donc s'excuser auprès d'Auguste de ses défauts physiques ; la crainte de déplaire par cette raison devait être bien plus grande dans l'antiquité, où l'on cultivait toutes les qualités du corps, où le costume même, ne permettait pas, comme le costume moderne, d'en dissimuler les défauts ; où enfin, au moins à l'origine de la Société Romaine, le père de famille avait le droit d'ôter la vie à tout enfant contrefait.

Vitruve fut attaché longtemps aux armées de Jules César en qualité d'ingénieur militaire pour la construction des machines employées dans les sièges ; il en avait reçu une

gratification ou une pension de retraite que lui continua Octave. Voilà ce qu'il dit, en effet, dans la dédicace de son ouvrage à Auguste, Livre I.

En voyant que tu t'occupes non-seulement du bien-être de chaque citoyen, et de l'organisation de la République, mais aussi de l'opportunité qu'il y aurait à construire des édifices publics, voulant, après avoir accru l'Empire de tant de provinces, en rehausser la majesté par la splendeur des monuments publics, je n'ai pas cru devoir différer à te faire connaître mes écrits sur l'architecture. J'étais déjà connu de ton père et admirateur de ses vertus. Quand le conseil des Dieux l'appela à la demeure des immortels, et eût transmis le pouvoir entre tes mains, j'ai reporté sur toi l'affection que je conserve à sa mémoire. Aussi, après avoir avec M. Aurelius, P. Numesius et Cn. Cornelius, été chargé de construire les balistes et de perfectionner les scorpions et autres engins, je reçus avec ceux-ci une pension. Tu me l'as accordée également, et tu m'en confirmes la possession grâce à la recommandation de ta sœur. Ce bénéfice m'ayant donné l'assurance de ne pas craindre le besoin jusqu'à la fin de ma vie, j'ai entrepris d'écrire cet ouvrage, ayant remarqué que tu avais déjà fait faire de nombreuses constructions, que tu continuais à t'occuper des édifices publics et privés, pour laisser à la postérité la mémoire de tes grandes actions.

La forme donnée à cette dédicace permettrait presque de supposer que cet ouvrage a été écrit par ordre d'Auguste ou tout au moins à son instigation ; on comprendrait sans cela difficilement qu'un auteur se permît de donner ainsi des conseils à un personnage aussi haut placé que l'était l'empereur, quoiqu'à cette époque, il n'y eût pas encore, entre l'empereur et les autres citoyens, la même différence que celle qui s'établit plus tard entre la Majesté Impériale et les sujets.

Vitruve dut faire de nombreux voyages à la suite des armées de César, sans cependant avoir eu le temps de beaucoup séjourner dans les divers pays, ni d'étudier les monuments les plus célèbres, particulièrement ceux de la Grèce, de l'Asie mineure et de la Syrie. Mais il semble qu'il ait été en Gaule, en Espagne, en Portugal ; car dans le Livre II Chap. I, à l'occasion des premières maisons construites par les hommes, avant les progrès de la civilisation, faites de

branches d'arbre, d'argile et recouvertes de joncs et de feuilles d'arbres, il dit :

Nous pouvons observer que les choses se sont passées ainsi à l'origine, puisqu'aujourd'hui encore, chez les nations étrangères, les maisons sont couvertes avec les mêmes matériaux, de bardeaux de chêne, ou du chaume, comme en Gaule, en Espagne, en Lusitanie, en Aquitaine.

Vitruve décrit également les maisons de bois construites par la nation des Colchidiens dans le Pont, les habitations souterraines de Phrygiens, toutes semblables à celles que les Kurdes nomades se construisent encore aujourd'hui dans les plaines désertes de l'Asie mineure, les maisons couvertes de terre des Marseillais.

Vitruve doit aussi avoir été en Mauritanie, probablement pendant la guerre que César fit à Caton, qui avait rallié les restes de l'armée de Pompée. Parlant en effet, (Livre VIII, Chap. II) des eaux minérales, et en particulier de celles qui se trouvent en Afrique, près du château d'Ismuc, il dit :

C. Julius, fils de Massinissa, qui possédait de nombreuses terres autour de ce château, combattit avec César ton père ; il accepta l'hospitalité chez moi ; nous avions pris l'habitude, dans les repas quotidiens, de disputer sur la philologie. Un jour que nous parlions de l'eau et de ses propriétés....

Est-ce bien d'un des fils directs du roi Massinissa, l'allié des Romains dans la troisième guerre punique, qu'il s'agit ici ? Cela ne semble pas très probable ; car, quoique Massinissa ait eu encore un fils à l'âge de 92 ans, il serait mort en 149 avant J.-C., et la bataille de Thapsus, qui correspond à la campagne de César en Afrique, eut lieu en 46, ce qui donnerait à ce soi-disant fils l'âge de 103 ans au moins, quand Vitruve le rencontra. Il est très probable qu'il s'agit d'un petit fils de Massinissa.

Vitruve, à plusieurs reprises, fait comprendre que ce n'est pas dans un but intéressé qu'il a entrepris la publi-

cation de cet ouvrage, ayant toujours préféré l'honneur à la fortune. Il dit, en effet, Livre VI, préface :

Il y a des gens cependant, qui, traitant de futile cette opinion, ne considèrent comme sages que ceux qui ont de la fortune. Aussi, beaucoup, grâce à ces principes, à leur audace, ont acquis à la fois la richesse et la renommée. Pour moi, César, je n'ai jamais cherché à acquérir de la fortune par mon art ; j'ai toujours préféré la médiocrité avec une bonne réputation à l'abondance avec une mauvaise. C'est pourquoi je suis peu connu actuellement ; mais j'espère aller à la postérité grâce à la publication de cet ouvrage.

Peu s'en est fallu cependant que ce désir si légitime n'ait pu être satisfait ! A l'époque d'Auguste, en effet, combien peu de Romains, après avoir vu le repos et la tranquillité succéder aux troubles et aux agitations des dernières années de la République, pouvaient croire à l'effondrement du monde ancien sous les flots de l'invasion des barbares, dont on soupçonnait vaguement l'existence. Et cependant, c'est grâce à un seul exemplaire de Vitruve retrouvé au couvent du Mont-Cassin, que nous le connaissons aujourd'hui.

A plusieurs reprises, Vitruve se plaint de l'ignorance de ceux qui se donnent pour architectes, sans connaître les principes de leur art. C'est pourquoi beaucoup de propriétaires aiment mieux diriger eux-mêmes les travaux des constructions qu'ils font faire, que de se fier à des hommes incapables. Aussi, ajoute-t-il :

Personne ne songe à exercer chez lui un métier quelconque, tel que celui de cordonnier, ou de tisserand, ou d'autres qui sont plus faciles, mais seulement celui d'architecte, parce que ceux qui en font profession, ne méritent pas ce titre. C'est ce qui m'a engagé à donner avec le plus grand soin les règles et préceptes de l'architecture, pensant que ce serait un présent agréable aux propriétaires.

Vitruve cherche à bien convaincre son lecteur du mérite qu'il a d'avoir écrit son traité. Dans la préface du Livre VIII,

il fait l'éloge des anciens dont les écrits ont contribué au perfectionnement des diverses sciences :

Nous devons être très reconnaissants à ceux qui n'ont pas passé leur existence dans un silence jaloux, mais ont par leurs écrits perpétué des pensées de toute espèce. Sans cela, nous n'aurions pu savoir ce qui se passa à Troie ; ce que Thalès, Démocrite, Anaxagore, Xénophanes, et les autres physiciens ont pensé de la nature ; quels préceptes, pour la conduite de la vie, ont donné aux hommes, Socrate, Platon, Aristote, Zénon, Épicure, et les autres philosophes ; ou bien quelles furent les actions de Crésus, Alexandre, Darius, et les motifs qui les ont déterminés.

Le chapitre premier du Livre I est consacré à l'énumération de toutes les connaissances que doit posséder un architecte, sans cependant exiger une étude approfondie de chaque branche ; cet ensemble correspond à peu près à l'instruction générale de ceux qui font aujourd'hui des études universitaires ; mais on comprend qu'à l'époque de Vitruve, il était plus rare de trouver des écoles philosophiques où l'on pût acquérir toutes ces connaissances élémentaires, et pourquoi Vitruve, comme il le fait entendre, se trouvait en réalité supérieur à la plupart des autres architectes ayant plus de réputation et de clientèle que lui.

Voici quelles sont les diverses connaissances que doit posséder l'architecte, et ce à quoi chacune doit servir :

Les *études littéraires* augmentent la mémoire ; le *dessin* sert à mieux exprimer ce que l'on veut exécuter ; la *géométrie* à manier habilement la règle, le compas, le niveau, le fil-à-plomb ; l'*optique* à savoir percer les jours dans les édifices suivant leur situation ; l'*arithmétique* à établir les comptes, les rapports des grandeurs, les questions difficiles étant au contraire résolues par la géométrie ; l'*histoire* à faire connaître l'origine de certains ornements employés en architecture, tels que les cariatides ; la *philosophie* à développer les qualités morales, à donner à l'architecte du désintéressement et de la loyauté dans l'exercice de ses fonctions,

à lui donner l'explication de la nature des choses, (Natural Philosophy des anglais) dont il a besoin à chaque instant, dans la conduite des eaux, par exemple, et pour comprendre les divers ouvrages, tels que ceux de Ctésibus et d'Archimède ; la *musique* pour apprécier l'égalité de la tension des deux cordes qui servent à tendre les balistes, pour la construction des vases renforçants employés dans les théâtres et celle des machines hydrauliques (les orgues) ; la *médecine* sert à connaître les conditions hygiéniques des diverses localités et les propriétés des eaux ; le *droit*, pour ce qui est relatif aux murs mitoyens et aux conduites d'eaux et la rédaction des contrats de location ; l'*astrologie* à connaître les points cardinaux et tracer les cadrans solaires.

Il paraît probable qu'à l'époque de Vitruve, les arts manuels n'étaient peut-être pas plus estimés à Rome qu'ils ne l'avaient été en Grèce ; les hommes qui avaient fait des études libérales dans les écoles philosophiques s'adonnaient peu à ces arts, et inversement les praticiens possédaient rarement les connaissances générales qui étaient l'apanage des classes élevées se destinant aux fonctions publiques et politiques. D'où cette espèce de prééminence que Vitruve se glorifie à plusieurs reprises d'avoir sur les autres architectes n'ayant pas reçu la même éducation libérale que lui.

La préface du Livre III est consacrée toute entière au développement de la même pensée. Vitruve exprime d'abord le regret, que, suivant le désir formulé par Socrate, il n'existe pas dans la poitrine de chacun une ouverture permettant d'y lire ses pensées, et de reconnaître ainsi son instruction et sa valeur. C'est ainsi que des ignorants parviennent à en imposer au public et à faire croire à une science et à des talents qu'ils ne possèdent pas.

Vitruve cite à ce sujet des anciens sculpteurs et peintres, tels que Myron, Polyclète, Phidias, Lysippe, qui auraient dû, d'après lui, leur réputation, à certaines cir-

constances heureuses, plutôt qu'à leur mérite transcendant. Il cite ensuite, les sculpteurs Hellas d'Athènes, Chion de Corinthe, Myagre de Phocée, Pharax d'Ephèse, Bedas de Byzance, et les peintres Aristomène, Polyclès, Nicomaque qui firent des ouvrages non moins remarquables, mais n'ont pas acquis la même réputation, à cause de leur peu de fortune et des circonstances défavorables dans lesquelles ils se sont trouvés.

Si donc, conclut Vitruve, comme l'avait voulu Socrate, les pensées, l'instruction de chacun eussent été visibles, on ne verrait pas prévaloir la faveur et l'ambition; mais c'est à ceux qui auraient par leurs œuvres fait connaître leur science, que l'on confierait la direction des travaux. Comme le mérite ne peut ainsi être distingué, que les ignorants l'emportent en faveur sur les savants, ne jugeant pas que je doive lutter sur ce terrain avec ces derniers, je préfère, en publiant ce livre, montrer la valeur de ma science.

Dans la préface du Livre IX, Vitruve cherche, en s'appuyant sur d'autres arguments, à bien démontrer quel mérite il a eu d'écrire ce traité. Il compare le mérite, assez faible d'après lui, des athlètes auxquels on accordait de si grands honneurs, à celui des grands philosophes tels que Pythagore, Démocrite, Platon, Aristote, dont les écrits servent non seulement à leurs contemporains, mais encore à toute la postérité et à tous les peuples, et qui jouissaient, de leur vivant, de faveurs bien moins grandes. C'est ainsi que les écrivains vivent non seulement par leurs écrits, mais même leurs traits sont encore présents à ceux qui lisent leurs œuvres.

Ainsi, ceux qui ont du goût pour la littérature ne peuvent manquer d'avoir gravé dans leur cœur l'image du poète Ennius, comme celle des Dieux. Ceux qui aiment les vers d'Accius semblent, tout en appréciant les grâces de son style, avoir sous les yeux l'image du poète. Parmi nos descendants, il y en a qui semblent s'entretenir avec Lucrèce de la Nature, avec Cicéron de la Rhétorique; d'autres discourront avec Varron sur la langue latine; les philologues consultant les Sages de la Grèce sembleront avoir des entretiens avec eux; en un mot, lorsque les anciens philosophes, malgré leur absence, sont invoqués dans les conseils et les discussions, ils doivent tous

à l'ancienneté de leur gloire, une autorité plus grande que n'est celle des philosophes vivants. C'est pourquoi, César, m'appuyant sur ces auteurs, guidé par leurs préceptes, j'ai écrit cet ouvrage.

Ne semble-t-il pas résulter de ces diverses citations que Vitruve se plaint avec un peu d'amertume de n'être pas apprécié par ses contemporains à sa juste valeur, tandis que d'autres architectes d'un moindre mérite ont acquis plus de fortune et possèdent une plus grande clientèle? Ne présente-t-il pas un peu son ouvrage comme une sorte de réclame, voulant démontrer que la plupart de ses collègues seraient incapables d'en faire autant ?

D'avance, il exprime son blâme (Livre VII, Préface) à l'égard de ceux qui se permettraient des critiques contre son ouvrage ; il cite, à cette occasion, l'épisode de Zoïle, qui se faisait appeler le fléau d'Homère, et vint demander une récompense au roi d'Egypte, Ptolémée. Celui-ci la lui refusa, et même l'aurait fait mettre à mort, comme parricide. Suivant les uns, il fut lapidé à Chio, et d'autres, brûlé vif à Smyrne.

Mais, ajoute Vitruve, quelqu'ait été le genre de son châtiment, il est certain qu'il le mérita ; c'est ainsi que doit être traité celui qui critique un auteur qui ne peut rendre compte des pensées qu'il avait en écrivant ses ouvrages.

Il se défend ensuite de s'attribuer les préceptes et les renseignements qu'il a puisés dans les auteurs plus anciens ; il cite au contraire les noms de trente auteurs au moins, la plupart grecs, qui ont laissé des écrits relatifs à l'architecture, dont les ouvrages sont perdus. Il ne parle de ses propres travaux qu'à l'occasion de la Basilique qu'il fit construire dans la colonie Julienne de Fanum (aujourd'hui Fano, Ombrie). Il cherche, le plus souvent, à dégager sa propre responsabilité, en disant, comme pour la construction des temples : « J'ai décrit toutes les diverses manières » de construire les temples, comme on me l'a enseigné... » De même, après avoir parlé des diverses propriétés des eaux

minérales, dont les unes sont exactes, dont les autres sont données d'après des fables plus ou moins accréditées et rapportées d'après divers auteurs, il ajoute : « De toutes ces » choses, j'en ai expérimenté quelques unes moi-même, les » autres je les ai trouvées dans les livres des Grecs..... »

Malheureusement aussi Vitruve accepte sans contrôle, ni critique les assertions des anciens, et son ouvrage est presqu'une œuvre de compilation, semblable en cela à celui de Pline, quoiqu'avec moins d'étendue ; toutes les citations de Vitruve montrent du moins la grande place qu'occupaient les auteurs grecs à Rome, au point de vue de la littérature, et surtout au point de vue scientifique. Mais on est forcé de reconnaître cependant qu'il devait exister des lacunes dans les bibliothèques ; car Vitruve, ainsi que je le ferai constater plus loin, tout en citant des auteurs peu connus aujourd'hui, omet de dire un seul mot de Héron d'Alexandrie et d'Euclide, qui ont cependant occupé une si grande place parmi les savants de l'antiquité, appartenant à l'école d'Alexandrie.

Au point de vue de la précision, de l'ordre des idées, de la netteté de l'exposition, le traité de Vitruve est loin d'être un chef-d'œuvre ; à chaque pas l'auteur se laisse détourner du sujet principal pour raconter une anecdote, plus ou moins accessoire. Il prend souvent des moyens détournés, des transitions peu adroites pour aborder un sujet n'ayant que des rapports plus ou moins éloignés avec l'architecture. Ainsi, le Livre X est consacré a la description de toutes les espèces de machines employées soit pour la guerre, soit pour soulever les fardeaux..... Comment justifier cette adjonction à un traité d'architecture ? Dans la préface de ce livre, Vitruve parle des architectes qui dépassent les devis, chose déjà assez fréquente de son temps ; il ajoute :

Ce vice existe non-seulement dans la construction des édifices, mais aussi dans les travaux qui incombent aux magistrats pour la préparation

des théâtres et des combats de gladiateurs sur le Forum Ces constructions doivent être faites rapidement, dans un temps déterminé ; il faut s'occuper de la pose des sièges pour les spectateurs, des voiles, des machines employées dans les théâtres. Pour bien connaître et se servir de ces machines, il est nécessaire d'avoir fait des études sérieuses, et d'être doué d'un esprit inventif. Dans ces conditions, il serait bon, avant de commencer le travail, d'établir scrupuleusement et avec exactitude le devis des dépenses. Mais, comme il n'y a pas de loi, ni de coutume qui l'exigent, que les Préteurs et les Ediles, chaque année doivent faire préparer les machines destinées aux jeux, j'ai pensé, Empereur, qu'il ne serait pas inopportun, ayant dans les premiers livres traité des Edifices, de consacrer ce dernier Livre à exposer les principes des machines et les préceptes qui servent à leur emploi.

Quel rapport peut-il exister entre les machines employées dans les théâtres et les machines hydrauliques, ainsi que les divers engins employés dans la guerre, tels que les catapultes et les scorpions?

Je ne me crois pas assez compétent pour me permettre de porter un jugement sur le style même de l'auteur ; sans compter les obscurités qui existent sur divers points et qui peuvent être dues à des altérations du texte, il y avait une grande difficulté à traiter pour la première fois un sujet technique dans une langue qui ne possédait pas tous les mots indispensables ; aussi, à chaque instant, Vitruve emprunte-t-il des expressions au grec ; il fait ce qu'aujourd'hui encore on est obligé de faire dans les écrits relatifs à la construction des chemins de fer, par exemple, où l'on introduit forcément un grand nombre de noms anglais. Mais, malgré cela, il me semble que le style de Vitruve n'a rien de cicéronien ; entre son latin et le latin classique existe la même différence qu'un étranger pourrait trouver entre le style de Vignole ou du parfait Jardinier et celui d'une oraison de Bossuet. Vitruve s'excuse, du reste, lui-même, de n'avoir pas écrit son traité dans le latin le plus pur :

Je te demande, César, et à ceux qui liront ce travail, de me pardonner si certains passages ne sont pas écrits suivant les règles de la grammaire.

Car ce n'est pas comme philosophe consommé, ni rhéteur disert, ni grammairien exercé dans les subtilités de la langue, mais c'est comme architecte possédant toutes les connaissances relatives à son art, que je me suis efforcé d'écrire cet ouvrage. Quant à ce qui concerne au contraire l'architecture, et les règles qui en dépendent, j'espère pouvoir promettre aux praticiens et aux savants qu'ils le trouveront dans cet ouvrage.

Voici la division et le sommaire des divers livres dans lesquels l'ouvrage est divisé. Chaque livre est précédé d'une préface dans laquelle l'auteur se laisse surtout aller à des digressions intéressantes, mais en même temps les plus étrangères à l'objet général de l'ouvrage.

Livre I. — *Préface.* — Dédicace à Auguste et justification d'avoir écrit cet ouvrage dans le but de lui être utile, à cause des nombreuses constructions qu'il a entreprises.

Indication des diverses connaissances que doit posséder l'architecte; but de l'architecture; la division de cette dernière en trois parties : 1° la construction des édifices privés et publics; 2° la gnomonique; 3° la mécanique; étude des conditions hygiéniques des diverses localités; principes de la castramatation appliqués à la construction des murs des villes; tracé des rues d'une ville d'après la direction des vents dominants, et, enfin, choix des lieux propres aux édifices publics.

Livre II. — *Préface.* — Épisode relatif à Dinocrate et Alexandre; se recommande de nouveau à César.

Construction des maisons des hommes primitifs; étude des divers matériaux de construction.

Livre III. — *Préface.* — Plaintes relatives au succès immérité d'artistes anciens et modernes, d'une valeur médiocre.

Préceptes relatifs à la construction des temples d'ordre ionique.

Livre IV. — Règles des ordres dorique et corinthien et sur la distribution des temples.

Livre V. — *Préface.* — Raison qui ont déterminé Vitruve à abréger son ouvrage autant que possible.

Construction des édifices publics : théâtres, bains, ports.

Livre VI. — *Préface.* — Exposition de la prééminence de l'instruction sur la fortune et des avantages que l'auteur pense retirer de la publication de son ouvrage.

Construction des maisons particulières.

Livre VII. — *Préface.* — Éloge de ceux qui ont laissé des écrits sur les sciences, l'histoire, avec divers épisodes.

Procédés employés pour les revêtements du sol, les enduits des murs, les couleurs naturelles et artificielles.

Livre VIII. — *Préface.* — Rôle important de l'eau dans la nature et les phénomènes physiologiques.

Recherche des sources naturelles ; examen des qualités des eaux potables, des eaux minérales ; principes relatifs aux conduites d'eaux.

Livre IX. — *Préface.* — Supériorité des hommes qui s'occupent de sciences sur les athlètes qui reçoivent cependant plus de récompenses que les premiers. A ce sujet, Vitruve cite diverses découvertes faites dans les sciences mathématiques et physiques, et explique à nouveau les motifs qui l'ont déterminé à publier cet ouvrage.

Exposition des principes de l'astronomie et construction des cadrans solaires et des clepsydres.

Livre X. — Utilité de la description des diverses machines dans le but de faciliter rapidement l'érection des théâtres destinés aux jeux publics.

Machines hydrauliques ; machines destinées à élever les fardeaux ; machines de guerre.

Le premier exemplaire de Vitruve, malheureusement sans les planches qui accompagnaient le texte, fut retrouvé dans la Bibliothèque du couvent du Mont-Cassin. Les principales éditions du texte latin sont celles de Joconde

(Venise, 1511), Philander (Lyon, 1552), l'édition elzévirienne (Amsterdam, 1649). En 1553, Jean Martin, secrétaire du cardinal Lenoncourt, et l'architecte Jean Goujon, traduisirent Vitruve en français. Claude Perrault fit une deuxième édition française dédiée à Louis XIV, reproduite dans la collection des auteurs latins publiés sous la direction de M. Nisard, avec des notes dues presque intégralement à Perrault. Enfin, dans la collection Panckoucke existe également une traduction plus fidèle que celle de Perrault due à Ch. Maufras, professeur au Collège Rollin.

J'ai cherché à rendre peut-être moins élégamment que les traducteurs précédents, surtout Perrault, les passages de Vitruve que j'ai cités, voulant bien saisir l'idée de l'auteur, ce qui n'est pas toujours facile. Je me suis attaché, du reste, de préférence aux parties étrangères à l'architecture, qui font l'objet de nombreuses digressions, répandues dans tout l'ouvrage

---

CHAPITRE II.

ANECDOTES HISTORIQUES.

Vitruve ne manque aucune occasion, probablement dans le but de diminuer un peu la sécheresse de son ouvrage, et d'en rendre la lecture plus agréable, de raconter des anecdotes plus ou moins véridiques, sur divers points de l'histoire, ou sur l'origine de certains ornements employés en architecture. Voici les principales :

Origine du nom des Caryatides (Livre I, chap. I).

Pour démontrer l'utilité de la connaissance de l'histoire pour l'architecte, il raconte l'anecdote suivante :

Si l'architecte a remplacé les colonnes par des statues de femmes en marbre couvertes de draperie, que l'on nomme *Caryatides*, placées au-dessous des mutules et des corniches, voici l'explication qu'il en donnera à ceux qui l'interrogeront : La ville de Carye, dans le Péloponèse, s'unit avec les Perses dans la guerre que ceux-ci firent aux Grecs ; après la fin de cette guerre, terminée par la victoire des Grecs, ceux-ci, d'un commun accord, déclarèrent la guerre aux Caryates. Après s'être emparés de la citadelle, tué tous les hommes, détruit la ville, ils emmenèrent les femmes en captivité, sans leur permettre de quitter leurs robes traînantes (stolæ) et leurs ornements, afin qu'elles pussent ainsi figurer dans le triomphe des vainqueurs, et montrer que, réduites en esclavage et accablées de honte, elles parussent supporter la peine qu'avait méritée leur cité. Les architectes de cette époque, désignèrent sous le nom de Caryatides, les statues placées dans les édifices publics, supportant un fardeau, afin que la postérité conservât également le souvenir de la punition infligée à la faute des Caryates.

Les Lacédémoniens de même après la bataille de Platée, élevèrent avec les dépouilles de l'ennemi un portique nommé Persique, dans lequel des statues de captifs revêtus de leurs ornements barbares étaient représentés soutenant la voûte, afin de punir ainsi l'orgueil de leurs ennemis et exciter au courage leurs concitoyens, par le souvenir de leur victoire; telle aurait été d'après Vitruve, l'origine des statues persiques, que plusieurs architectes emploient pour soutenir les architraves et leurs ornements.

Sur la fontaine Salmacis (Livre II, chap. VIII).

Dans le Livre II, Vitruve parle de la construction des murs à l'aide de briques. Pour en prouver la solidité, il

cite diverses constructions faites en briques à Athènes, à Sparte, en Italie, le palais du roi Crésus à Sardes, transformé en hospice pour les viellards (gerusia), le palais du roi de Mausole à Halicarnasse. Il remarque à ce sujet que ce ne pouvait être par raison d'économie que le puissant roi de Carie, avait fait faire en brique, les murs de son palais, revêtus il est vrai de plaques de marbre de Proconèse. Il donne alors la description des principaux monuments et temples que Mausole fit construire à Halicarnasse, entre autres les temples de Vénus et de Mercure auprès de la fontaine Salmacis dont la nymphe, d'après la fable, tomba amoureuse d'Hermàphrodite, le fils de Vénus et de Mercure ; à cette occasion il donne l'origine de la croyance vulgaire que l'eau de cette fontaine rendait malades d'amour ceux qui en buvaient.

Mais, dit Vitruve, cette croyance n'est nullement fondée, quoique répandue dans tout l'univers, et il ne sera pas inutile d'en indiquer l'origine. Il est impossible, en effet, que cette eau porte à la mollesse et à la débauche ; mais elle est excessivement limpide et d'une saveur agréable. Quand Mélas et Arevanias amenèrent d'Argos et de Trézène une colonie dans ce lieu, ils en chassèrent la population barbare des Cariens et des Lélègues. Ceux-ci s'étant retirés dans les montagnes, se réunissaient pour faire des incursions, dévaster le pays, commettre des vols et toute espèce de cruautés. Par la suite, un des colons, à cause de la bonté de l'eau, construisit près de cette fontaine un magasin muni de toute espèce de provisions, et y attira aussi les Barbares. Ceux-ci, y venant ainsi isolément, et se mêlant à la société des autres habitants, perdirent peu à peu leurs mœurs sauvages, pour prendre les mœurs plus douces et la politesse des Grecs, et volontairement se civilisèrent peu à peu. C'est ainsi que s'établit la réputation de l'action corruptrice de l'eau de la Fontaine, qui eut son origine dans l'amollissement des mœurs des barbares par suite des effets de la civilisation.

Description de la ville d'Halicarnasse. — Guerre d'Artémise avec les Rhodiens (Livre II, chap. VIII).

Continuant la description d'Harlicarnasse, Vitruve indique la position du palais du roi, dominant d'un côté la ville et son port, et de l'autre un deuxième port caché dans la montagne. Il raconte comment, après la mort de Mausole, sa veuve, la fameuse reine Artémise, en guerre avec les Rhodiens, fit cacher dans ce port une flotte ; elle fit croire au contraire à la flotte ennemie, pénétrant dans le grand port que la ville voulait se rendre. Elle fit alors sortir la flotte enfermée dans le petit port, qui s'empara de celle des Rhodiens et la conduisit en pleine mer ; les Rhodiens débarqués furent massacrés dans la ville. Artémise, avec les vaisseaux des Rhodiens, partit pour Rhodes, dont les habitants furent trompés à l'aspect de leurs vaisseaux. Artemise s'empara ainsi de Rhodes, fit mettre à mort les chefs, et fit construire, comme trophée de sa victoire deux statues d'airain, représentant sa propre image imposant à la ville de Rhodes le stigmate de la servitude. Plus tard les Rhodiens, arrêtés par le précepte religieux, qui interdit de détruire les trophées consacrés, construisirent autour de ces statues un édifice, qu'ils nommèrent αβατον (lieu impénétrable).

Toutes ces histoires à l'occasion des murs construits en briques !

Origine des trois ordres d'Architecture grecque (Livre IV, chap. I).

On sait que les Grecs n'avaient que trois ordres d'architecture, distincts surtout par la forme des colonnes, qui entouraient les édifices, les ordres dorique, ionique et corinthien. Voici, d'après Vitruve, comment furent inventés ces trois ordres :

La colonne dorique est la plus ancienne ; elle fut inventée dans les circonstances suivantes : Dorus, fils d'Hellène et de la nymphe Orseïde, roi d'Achaïe et de tout le Péloponèse, fit bâtir dans l'ancienne ville d'Argos un temple consacré à Junon, qui par hasard était de cet ordre ; on l'imita dans les autres villes d'Achaïe, mais sans règles fixes pour les proportions. Plus tard, les Athéniens, d'après les réponses de l'oracle de Delphes, envoyèrent, par un commun accord de toute la Grèce, treize colonies en Asie, ayant chacune un chef, sous la conduite de Ion, fils de Xuthus et de Créüse, qu'Apollon, à Delphes, avait reconnu pour son propre fils. Arrivé en Asie, il s'établit en Carie, et y fonda treize villes importantes : Ephèse, Milet, Myonte, détruite par la mer, dont les droits furent transférés aux Milésiens, Priène, Samos, Téos, Colophon, Chios, Erythrée, Phocée, Clazomène, Lébedos et Mélite. Cette dernière ville fut détruite, à cause de l'arrogance de ses citoyens à la suite d'une guerre que leur firent en commun les autres cités ; plus tard, à sa place, la ville de Smyrne, par suite d'un don du roi Attale et de la reine Arsinoé fut reçue dans la confédération des cités Ioniennes.

Après avoir chassé les Cariens et les Lélègues, ils appelèrent le pays du nom de leur chef, Ionie, et commencèrent à élever des temples aux Dieux et d'abord à Apollon Panionius, semblables à ceux qu'ils avaient vus en Achaïe et les nommèrent Doriques, puisqu'ils en avaient vus dans le pays des Doriens. N'ayant pas les dimensions pour les colonnes qui supportaient le poids de l'édifice, et voulant leur conserver des formes gracieuses à la vue, ils prirent comme point de départ les dimensions du pied et du corps de l'homme ; ils leur donnèrent ainsi une hauteur qui avec le chapiteau était sextuple du diamètre du fût de la colonne à sa base. C'est ainsi que pour la colonne Dorique, on commença à adopter les proportions du corps humain avec sa beauté et sa force.

Pour un temple consacré à Diane, ils cherchèrent un nouveau genre et prirent comme type la délicatesse du corps de la femme, et firent le diamètre de la colonne la huitième partie de la hauteur, afin de lui donner un aspect plus dégagé. A la base ils placèrent un cordon imitant la chaussure, des volutes au chapiteau, figurant les tresses de cheveux tombant à droite et à gauche, et en outre des cymaises et des guirlande représentant les ornements de la chevelure ; sur le fût on creusa des canelures représentant les plis des robes. C'est ainsi qu'ils inventèrent ces deux genres de colonnes, pour lesquelles ils empruntèrent pour les unes la simplicité du corps de l'homme, et pour les autres la délicatesse et les ornements de la femme. Depuis on a donné à la colonne dorique en hauteur sept diamètres, et à la colonne ionique huit et demi.

Le troisième genre, le genre Corinthien, imite la grâce d'une jeune fille, à laquelle son jeune âge donne des formes plus déliées et dont la parure

augmente la beauté. Voici comment aurait été imaginé le chapiteau de cette colonne. Une jeune fille de Corinthe, sur le point de se marier, fut atteinte d'une maladie dont elle mourut. Après qu'elle fut ensevelie, sa nourrice ayant réuni dans une corbeille divers objets qu'avait aimés cette jeune fille, la déposa au-dessus du tombeau, et, pour empêcher que son contenu ne fût détérioré par l'action de l'air, elle la recouvrit d'une tuile. Cette corbeille fut placée par hasard au-dessus d'une racine d'acanthe ; vers le printemps, la racine, quoique comprimée par ce poids, émit des feuilles qui entourèrent la corbeille, et, arrêtées par les bords de la tuile, furent forcées de s'infléchir aux extrémités en forme de volutes. Callimaque, surnommé par les Athéniens Catatechnos (premier ouvrier) à cause de son habileté et de l'élégance de ses œuvres, passant près de ce monument, aperçut cette corbeille et, tout autour, les feuilles naissantes ; ravi de la nouveauté de cette forme, il fit à Corinthe des colonnes d'après ce modèle et établit les règles pour les proportions de la colonne Corinthienne.

Origine de la fable d'Atlas (Livre VI, chap. VII).

A l'occasion de la distribution intérieure des maisons grecques, Vitruve parle des noms que donnaient les Grecs et les Romains à diverses salles et ornements des maisons. Ainsi, dit-il, les statues des hommes qui soutiennent les mutules ou les corniches sont nommées *telamones*, nom dont on ne trouve pas la raison dans l'histoire ; les Grecs les nomment ἄτλαντες. L'histoire représente, en effet, Atlas comme soutenant le ciel sur ses épaules, parce que grâce à la sagacité de son esprit, il découvrit et fit connaître le cours du soleil, de la lune, le lever et le coucher des astres et les lois de la rotation du monde. C'est en récompense de ce bienfait que les peintres et les statuaires l'ont représenté soutenant le ciel sur les épaules, et que ses filles, les Atlantides, que les Latins nomment Vergilia et les Grecs πλειαδες ont été mises au rang des étoiles.

Cette dernière anecdote, celle de la fontaine Salmacis et d'autres qui seront citées plus loin, montrent combien Vitruve et probablement le monde Romain instruit attachaient

peu d'importance aux fables du Paganisme. L'ouvrage si sceptique de Lucrèce avait paru du reste peu de temps auparavant ; évidemment la société Romaine était attachée presqu'uniquement aux deux grandes écoles philosophiques et religieuses en même temps, des Stoïciens et des Epicuriens ; ces écoles avaient comme point commun, l'affranchissement de l'esprit de toutes les superstitions auxquelles croyaient tout au plus le peuple et les gens de bas étage.

Concours de poésie à Alexandrie (Livre VIII).

Dans la préface du Livre VIII, après avoir, comme il a déjà été dit, rendu hommage aux écrivains du temps passé qui ont contribué par leurs écrits au progrès des lettres, de l'histoire et des sciences, Vitruve dit qu'on ne saurait assez blâmer et même punir les plagiaires, ceux qui ont dérobé les écrits des autres pour paraître en être les auteurs ; il cite, à cette occasion, l'épisode suivant, qui a dû se renouveler souvent dans les temps anciens, et même modernes.

Les successeurs du roi Attale, par amour pour les belles-lettres, avaient fondé à Pergame une bibliothèque très importante à l'usage du public ; de même Ptolémée, animé des mêmes sentiments, avait cherché à doter Alexandrie d'institutions de même espèce. Après avoir mis tous ses soins à la fondation de cette bibliothèque, il voulut travailler encore à son accroissement en jetant les semences pour de nouveaux ouvrages. Il institua donc des jeux en l'honneur des Muses et d'Apollon, dans lesquels des prix devaient être distribués aux écrivains et aux poètes, comme on en décerne habituellement aux athlètes.

Au moment où eurent lieu ces jeux, il fallut choisir, parmi les hommes s'occupant de littérature, des juges pour décerner les prix. Le Roi en avait déjà choisi six et ne pouvait en trouver un septième compétent ; il s'adressa pour cela à ceux qui dirigeaient la Bibliothèque. Ceux-ci lui proposèrent un certain Aristophane, qui, doué d'un grand zèle et d'une extrême persévérance, consacrait toutes ses journées à la lecture des livres de la Bibliothèque. Aristophane fut donc invité à prendre place parmi les juges. Les poètes appelés les premiers, récitèrent leurs œuvres, et tout le peuple indi-

quait aux juges ceux qu'il approuvait. Quand ceux-ci durent délibérer, les six premiers à l'unanimité accordèrent le premier prix à celui qu'ils avaient remarqué avoir plu davantage à l'assemblée, et au suivant le second prix. Mais Aristophane, quand on lui demanda son avis, mit au premier rang celui qui avait le moins plu à l'assemblée.

Comme le roi et tout le monde en témoignaient leur indignation, il se leva et demanda humblement qu'on le laissât parler. Le silence s'étant fait, il affirma qu'il n'y avait parmi les concurrents qu'un seul poète, que les autres avaient récité des pièces qu'ils n'avaient pas faites; et que les juges ne devaient donner leur approbation qu'à des œuvres propres et non à des larcins. Devant l'étonnement de l'assemblée et le doute émis par le roi, il fit, grâce à sa mémoire, prendre dans diverses armoires un certain nombre de livres, et en comparant le contenu avec ce qui avait été récité, il obligea les faussaires à avouer leur faute. Le roi ordonna de les traiter comme des voleurs, et après les avoir condamnés comme tels, il les renvoya couverts de honte. Il récompensa au contraire Aristophane et lui confia la direction de la Bibliothèque.

Découverte des carrières de marbre d'Ephèse (Livre X, chap. II).

A l'occasion du procédé employé pour transporter les blocs de marbre et les colonnes taillées, des carrières aux chantiers de construction du temple d'Ephèse, Vitruve donne, sous forme de digression, la légende qui avait cours sur la manière dont furent découvertes ces carrières.

Pixodore était pasteur et habitait dans ces lieux. Tandis que les citoyens d'Ephèse, désirant construire un temple en l'honneur de Diane, songeaient à faire venir du marbre de Paros, de Proconèse, d'Heraclée, de Thasis, Pixodore faisait paître ses moutons non loin de là. Deux béliers se précipitant l'un sur l'autre, se manquèrent, et l'un d'eux, par suite de son impulsion alla frapper un rocher de sa corne, et en fit tomber un éclat d'une couleur entièrement blanche. On dit que Pixodore laissant son troupeau dans la montagne, courut porter le morceau à Ephèse, où l'on s'occupait justement de la question relative aux matériaux pour la construction du temple. On lui décerna immédiatement des honneurs, et l'on changea son nom de Pixodore en Evangelos. Aujourd'hui encore, un magistrat est obligé de se rendre en ces lieux et d'y offrir un sacrifice.

Quelque peu de vraisemblance que présente cette histoire,

elle démontrerait que : 1° les cornes des béliers d'Ephèse étaient extraordinairement dures, puisqu'elles étaient capables d'entamer les rochers (il est plus probable qu'un morceau de pierre déjà détaché, serait tombé et se serait ainsi cassé) ; 2° que les bergers de l'Asie mineure étaient très civilisés et amateurs de beaux-arts ; mais cela étonnera moins si l'on se rappelle que Pâris, fils du roi Priam, faisait paître aussi le troupeau paternel, quand il rendit le fameux jugement qui eut pour sa patrie de si funestes conséquences.

CHAPITRE III.

MŒURS ET COUTUMES.

Sur l'emplacement à donner aux temples des Dieux (Liv. I, ch. VII).

Dans le Livre 1, au sujet des principes généraux d'architecture, Vitruve dit, relativement aux temples des Dieux :

La nature contribuera à l'ornementation des temples des Dieux, si l'on choisit pour les construire, des localités salubres, munies de sources d'eaux pures. On doit surtout réaliser ces conditions pour le temple d'Esculape, de la Santé, et des autres Dieux dont les secours sont utiles aux malades. Quand, en effet, ceux-ci seront transportés d'un lieu malsain dans un autre

plus sain, et qu'ils auront fait usage d'eaux salubres, ils se rétabliront plus vite. Il arrivera ainsi que grâce à la nature des lieux choisis pour les temples, s'accroîtront l'autorité des Divinités et la confiance qu'on a dans leur intervention.

On voit par là quelle était le peu de foi de Vitruve pour l'action des divinités qu'on allait invoquer pour obtenir la guérison des maladies, puisqu'il recommande, avant toute chose, de s'occuper de l'hygiène du lieu où sera construit le temple de la Divinité tutélaire. S'il avait eu une confiance quelconque dans le pouvoir des Dieux, il aurait dû, au contraire, recommander de choisir un endroit malsain, afin que l'influence directe du Dieu en fût rendue plus évidente. Au fond, Vitruve devait être un libre penseur et un philosophe, mais attaché, comme la plupart des Romains, par habitude à la religion nationale. On ne sait en outre que conclure des conseils qu'il donne pour l'emplacement des divers temples dans l'intérieur d'une ville. (Livre 1, chap. VII.)

Pour les temples sacrés des Dieux, sous la tutelle desquels paraît être surtout placée la ville, les temples de Jupiter, de Junon et de Minerve, seront construits dans les lieux les plus élevés, d'où l'on aperçoit la plus grande partie des murs ; celui de Mercure dans le forum, ceux d'Isis et de Sérapis dans le marché ; celui d'Apollon, du Père libre (Bacchus) près du théâtre ; celui d'Hercule, dans les cités où il n'y a ni gymnases ni amphithéâtres, près du cirque; celui de Mars hors de la ville vers le champ d'exercice, et celui de Vénus vers la porte. Ceci est ordonné par les préceptes dus aux aruspices Etrusques : « en dehors des murs on doit placer les temples de Vénus, Vulcain, et Mars ; *ut non insuescat in urbe adolescentibus seu matribus familiarum Veneris libitido* ; que par la puissance de Vulcain évoqué hors des murs, par des dévotions et des sacrifices, les édifices paraissent être délivrés du danger des incendies. Si Mars est honoré hors des murs, il n'y aura pas de querelles sanglantes, et celui-ci au contraire contribuera à la défense des murailles et préservera la ville des dangers de la guerre.» Le temple de Cérès doit aussi être hors de la ville, dans un lieu où ne doivent jamais pénétrer les hommes, si ce n'est pour les sacrifices ; car il ne doit y régner que la chasteté, la religion, et des mœurs pures.

Sur la densité de la population à Rome (Livre II, chap. VIII).

Parlant des constructions en briques, Vitruve dit qu'il était défendu de faire des murs en briques à Rome, et voici la raison qu'il en donne :

Les lois publiques n'autorisent pas à donner aux murs mitoyens une épaisseur supérieure à un pied et demi ; les autres murs, pour que les pièces des maisons ne soient pas trop petites, doivent avoir la même épaisseur. Or les murs de briques (probablement de briques crues), à moins qu'ils ne soient formés de plusieurs rangs, et s'ils n'ont qu'une d'épaisseur d'un pied et demi, ne peuvent soutenir qu'un étage. Mais vu l'importance de la ville et le nombre infini des citoyens, il a fallu se procurer de grandes quantités d'habitations ; comme une surface plane ne pouvait y suffire, on fut forcé d'y suppléer par la hauteur donnée aux maisons. Des murs élevés, soutenus par des piliers de pierre, formés de briques cuites, de moellons, reliés par de nombreuses charpentes peuvent seuls servir à soutenir des étages élevés. Ainsi donc, grâce à des maisons élevées ayant plusieurs étages, le peuple romain s'est procuré facilement des habitations agréables.

On voit donc qu'à l'époque d'Auguste, on était dans la nécessité, comme dans les capitales actuelles et les grandes villes, de faire des maisons élevées pour suppléer à l'espace nécessaire à loger une nombreuse population ; à combien se montait-elle ? Combien d'étages avaient en réalité la plupart des maisons ? Probablement au moins deux ou trois.

Sur l'estimation des murs mitoyens (Livre II, chap. VIII).

Les procès relatifs à l'estimation des maisons, surtout des murs mitoyens ne devaient pas être rares à Rome ; car Vitruve donne la règle suivante, employée par les arbitres pour estimer les murs mitoyens :

Les murs faits de pierres tendres, dans le but de leur donner une plus belle apparence, ne peuvent prétendre à une grande durée. Quand ils sont soumis

à des arbitrages, on ne les estime pas ce qu'ils ont dû coûter ; mais après avoir consulté les tablettes relatives au prix de la construction, on en déduit pour chaque année passée la quatre-vingtième partie, et on ordonne de ne payer que le reste, estimant que de tels murs ne peuvent durer que quatre-vingts ans. Pour les murs de briques, au contraire, pourvu qu'ils soient d'aplomb, on ne déduit rien du prix de la construction primitive.

Sur la distribution des maisons romaines et grecques.
(Livre VI, chap. VII).

Vitruve indique sommairement la distribution des maisons chez les Grecs, évidemment chez ceux qui avaient une grande fortune ; quoique la description ne soit pas excessivement claire et ne puisse être bien comprise qu'à l'aide de figures qui font défaut, on peut s'en faire une idée sommaire et en tirer quelques conclusions relativement aux mœurs des Grecs.

Il y a d'abord un passage fermé par deux portes, l'une intérieure, l'autre extérieure, et, de chaque côté, des écuries pour les chevaux et le logement du portier. Puis vient la partie de la maison réservée aux femmes ou le gynécée, comprenant un péristyle avec des portiques tout autour, sur lequel s'ouvrent les grandes salles où les femmes se tiennent pour travailler la laine avec leurs esclaves, les chambres à coucher, les salles à manger ordinaires, et les logements destinés aux esclaves ; venait ensuite, tout étant complètement indépendante de cette première partie, celle qui était destinée aux réceptions, dans laquelle les femmes ne pénétraient jamais, et qui était formée : d'un péristyle plus large, avec quatre portiques, dont trois de même hauteur, et celui qui regarde le midi, nommé Rhodien, ayant des colonnes plus hautes ; il s'y trouve de beaux vestibules, les portes répondent à la majesté du lieu, les murs sont revêtus d'enduits en stuc et lambrissés. Dans le portique du nord, s'ouvrent les salles à manger nommées Cyzicènes, les galeries de tableaux (pinacothèques) ; dans celui de l'orient, les bibliothèques ; dans celui de l'occident, les salles de conversation ; celui du midi, de grandes salles rectangulaires, où l'on pouvait placer facilement quatre tables à trois lits, et y trouver, en outre, une place suffisante pour le service et les jeux.

C'est dans ces salles qu'ont lieu les repas des hommes ; les usages et les mœurs ne permettant pas aux mères de famille d'y assister. Aussi, nomme-

t-on ces péristyles *andronitides*, puisque les hommes s'y tiennent sans avoir aucun commerce avec les femmes.

Enfin, à droite et à gauche, sont construites de petites maisons ayant leurs portes particulières, des salles à manger, des chambres à coucher commodes, destinées à la réception des hôtes étrangers. Quand les mœurs des Grecs furent complètement policées, que ceux-ci eurent acquis de grandes fortunes, ils prirent l'habitude d'offrir aux hôtes qui arrivaient chez eux, des appartements entiers avec salle à manger, chambre à coucher, et des cabinets remplis de provisions. Le premier jour, ils les invitaient à leurs repas; les jours suivants, ils leur envoyaient de jeunes animaux, des œufs, des légumes, des fruits et d'autres produits de la campagne. De là vint qne les peintres nommèrent *xenia* ou présents, ces divers objets envoyés habituellement aux étrangers, quand ils les représentaient sur des tableaux. Ainsi, les pères de famille, ne se sentaient pas étrangers, grâce à cette large hospitalité, jouissant d'une liberté absolue dans les demeures qui leur étaient offertes.

Cette description des riches maisons grecques, quoiqu'incomplète au point de vue de l'agencement des diverses parties, qui pouvait du reste être variable, donne une idée très nette du genre de vie de leurs habitants. Ce mode de distribution se rapproche beaucoup, du reste, de la distribution actuelle des maisons arabes; et, sauf la polygamie, qui existait presque grâce aux esclaves, on voit que la vie des femmes, à Athènes, ne devait pas différer beaucoup de celle des femmes de l'Orient, dans les temps passés et présents. C'est même probablement de l'Orient que les Hellènes avaient dû recevoir ces mœurs et le mode de distribution des maisons qui en est la conséquence.

Pour les maisons romaines, Vitruve n'indique rien de particulier, si ce n'est qu'il y a des pièces privées et d'autres où le public avait le droit de pénétrer, telles que les vestibules, les cours et les péristyles et autres parties ayant le même usage. Il indique que ces locaux avaient des ornementations et des dimensions différentes suivant la profession et la fortune du propriétaire.

Ceux qui n'cnt qu'une fortune médiocre n'ont pas besoin de grands

vestibules, ni d'atrium , ni de salle de réception, parce qu'ils vont solliciter les autres, plutôt que de l'être eux-mêmes. Pour ceux qui font le commerce de produits des champs, ils auront dans les vestibules des écuries, des magasins, et dans leurs maisons des caves, des greniers, des celliers, tout ce qui peut être plus utile pour la conservation des denrées que pour l'ornementation et la décoration. Les banquiers (feneratores) et les percepteurs ont besoin de pièces commodes et spacieuses, garanties contre les voleurs. Aux avocats et aux orateurs, il faut des pièces plus élégantes et plus vastes, où puisse se réunir un grand nombre d'auditeurs. Quant aux nobles, qui remplissent des magistratures et ont des fonctions honorifiques, qui ont des devoirs à remplir vis-à-vis de leurs concitoyens, ils doivent posséder des vestibules royaux, des atriums élevés, de vastes péristyles, des allées d'arbres, des promenades élégantes et majestueuses ; il leur faut des bibliothèques, des galeries de tableaux, des basiliques, comparables pour la magnificence aux édifices publics, parce que, dans leurs demeures se tiennent des assemblées privées et publiques ; il s'y rend des jugements et des arbitrages.

Du sol des appartements (Livre VIII, chap. I).

Les découvertes des ruines des maisons romaines, faites surtout à Pompéïe ont fait voir que le sol du rez-de-chaussée, dans les appartements et dans les cours, était généralement recouvert de carreaux en terre cuite ou de mosaïques. Mais pour les étages et les terrasses, qui n'ont pas été conservés, on recouvrait d'après Vitruve, les planches de la même manière. Il indique les divers enduits qu'il faut placer successivement sur les planches, les précautions à prendre pour éviter que le jeu du bois, soit dans les appartements, soit à l'air libre puisse produire des fentes dans le carrelage. Après la pose, les carreaux étaient polis, puis recouverts de poudre de marbre avec du sable et de la chaux. Il n'y avait donc pas dans les habitations de véritables planchers comme dans les nôtres, ce qui était dû très probablement à ce que le travail du bois était moins perfectionné que celui de la pierre, par le manque des instruments de menuiserie que nous possédons aujourd'hui. Du reste, dans les pays chauds tels que le midi de la

France et l'Italie, toutes les pièces à tous les étages sont encore carrelées, comme le sont dans le Nord les cuisines, les ateliers et les corridors.

Construction des salles à manger (Livre III, ch IV).

Vitruve indique, d'après les Grecs, le procédé employé pour confectionner le sol des salles à manger, de telle sorte, dit-il, que, pour les convives, ce qui tombe des coupes et des crachements sèche immédiatement et pour les esclaves, quand même ils marcheraient nu pieds, ils n'éprouvent pas de froid par suite de ce genre de pavé. Pour cela, après avoir creusé le sol d'environ deux pieds, on place sur la terre bien battue, un enduit de pierre ou un revêtement de carreaux de terre cuite, incliné avec des ouvertures donnant dans un canal. Au-dessus, on étend un lit de charbon fortement tassé et ensuite une couche épaisse d'un demi-pied, faite de sable, de chaux et de cendre, que l'on dresse à la règle et au niveau. On polit la surface avec une pierre dure et on obtient ainsi une sorte de pavé d'un beau noir.

Cette indication ne nous donne pas une idée très favorable de la propreté qu'apportaient les Romains dans leur manière de manger.

En outre, dans les salles à manger d'hiver, souvent hermétiquement fermées par des volets, l'usage des fenêtres et des vitres en mica devant être assez rare, il régnait très vraisemblablement une atmosphère peu agréable à respirer; car, Vitruve, au sujet de la construction de ces salles, dit des peintures murales :

L'ornementation des enduits doit être faite d'après des règles déterminées, afin de correspondre aux lieux auxquels ils sont destinés. Ainsi, dans les salles à manger d'hiver, il ne faut pas des enduits compliqués, ni de riches peintures, non plus que des ornements délicats fixés aux corniches ; tout cela serait, en effet, bien vite abîmé par la fumée du feu et la fumée noire et épaisse des lumières. Au-dessus de la plinthe, on dessine des da-

miers avec de l'encre ; entre ceux-ci des triangles faits avec du sil (colcotar), du minium (vermillon). La voûte sera également très simple et parfaitement polie.

Cette constatation de l'atmosphère enfumée des salles à manger d'hiver est en concordance avec cet autre fait, que Vitruve, si prolixe sur certains points relatifs aux constructions privées, ne dit rien sur la manière de construire les cheminées, ce qui prouverait qu'elles étaient peu ou point en usage. Du reste encore aujourd'hui en Italie, pendant l'hiver, le chauffage des appartements se fait presque partout à l'aide de braseros.

Des peintures murales (Livre VII, chap. V).

Vitruve, parlant des enduits et des peintures murales, (Livre VII, chap. V), signale la tendance malheureuse de son époque, à préférer le luxe brillant, la superfluité de l'ornementation à la grande et majestueuse simplicité de l'architecture grecque.

Les premiers monuments romains furent primitivement construits d'après l'art Etrusque qui visait plus à la solidité qu'à l'élégance. L'art grec s'introduisit rapidement à Rome, après la conquête de la Sicile, de l'Italie méridionale, puis de la Grèce et de l'Asie mineure ; il vint pour ainsi dire se greffer sur l'art étrusque, par le mélange des colonnes des divers ordres grecs, avec les voûtes, les coupoles, les arcades inconnues complètement des Grecs. Mais bientôt, grâce aux richesses du monde entier qui affluaient à Rome, le luxe criard et de mauvais goût se substitua à la simplicité de l'art gréco-romain, surtout dans les premières années de l'empire. Chateaubriand, disait du reste, qu'après avoir vu Rome, les monuments français lui paraissaient lourds, et qu'après qu'il eût vu le Parthénon (cependant déjà dévasté par les Anglais), les monuments romains lui semblaient barbares.

Parlant du choix et de la nature des objets à peindre sur les murs, Vitruve dit :

Dans les pièces habitées au printemps, en automne, en été, ainsi que dans les atrium et les peristyles, les anciens avaient des règles certaines pour y peindre divers objets. La peinture, en effet, a pour but de représenter exactement ce qui existe ou peut exister, comme l'homme, un édifice, un navire, ou toute autre chose.

Les anciens qui se sont les premiers occupés des enduits, ont d'abord imité les diverses espèces de revêtements en marbre ; plus tard ils figurèrent des ronds et des triangles en sil (colcothar) et en minium (vermillon). Par la suite, on en vint à imiter les formes des édifices, des colonnes, des saillies, des frontons Dans les vastes salles, comme les salles de réunion, ils placèrent des décors de théâtre tels que ceux qu'on emploie pour la tragédie, la comédie ou les pastorales. Les galeries, à cause de leur longueur furent ornées de paysages variés représentant divers sites ; on y joignit des ports, des promontoires, des rivages, des fleuves, des fontaines, des détroits, des bois, des montagnes, des troupeaux, des pasteurs. Dans certaines pièces on fit des peintures plus relevées, en représentant les images des Dieux, les épisodes de la fable, les combats des Troyens ou les voyages d'Ulysse........, au milieu de paysages et d'objets semblables aux objets naturels.

Mais aujourd'hui, par une dépravation du goût, on désaprouve ces peintures dont les sujets étaient pris dans la nature. On peint sur les enduits des choses monstrueuses plutôt que des objets simples et connus ; les colonnes sont remplacées par des roseaux ; les frontons par des enroulements, des feuilles découpées et des volutes. On figure des candelabres soutenant de petits édifices ; de leurs faîtes sortent comme y ayant pris racine, des tiges légères avec des volutes dont plusieurs soutiennent des statuettes assises sur celles-ci ; ou bien ces tiges portent des fleurs d'où sortent des figures vues à demi-corps, avec des têtes humaines ou avec des têtes de bêtes. Ces choses ne peuvent exister et n'ont jamais existé.

Par suite de la dépravation des mœurs, le mauvais goût des ignorants a produit la décadence de l'art. Comment admettre, en effet, qu'un roseau puisse soutenir un toit, un candelabre des édifices et des frontons, une tige mince et flexible un homme assis, ou que des fleurs fixés sur des tiges produisent des demi-corps humains ? Ces fantaisies, loin d'être blâmées, plaisent au contraire, et l'on ne s'aperçoit plus de leur impossibilité.

A la suite de cette argumentation en faveur du bon goût et de cette critique un peu sévère contre la fantaisie qui

s'introduisait dans l'ornementation, que du reste la Renaissance et l'art moderne ont conservée et empruntée aux Romains, Vitruve cite l'exemple d'un théâtre de Tralles (ville de Lydie) dans lequel un peintre, nommé Apaturius d'Abalandis (ville de Carie) avait fait des décors de pure fantaisie :

Il avait représenté, au lieu de colonnes, des statues, des centaures soutenant des architraves, des dômes, des corniches ornées de têtes de lions...... Au-dessus il avait peint un second étage d'édifices, avec des frontons, des porches, des faîtes......

Malgré l'approbation générale donnée à cette peinture à cause de son originalité, un mathématicien nommé Licinius s'avança et dit : Les Alabandins, malgré leur habileté dans les affaires, passent pour avoir peu de jugement, ayant manqué aux règles du goût ; ils ont mis en effet, dans le local réservé aux exercices des statues représentant des avocats, et dans le forum, des coureurs, des joueurs de disque ou de jeu de paume. Ce défaut de convenance et d'appropriation des statues aux locaux où on les avait placées, a jeté de la défaveur sur toute la ville.

Prenons donc garde que la scène d'Apaturius ne nous fasse aussi passer pour des Abalandins ou des Abderitains. Qui de vous, en effet, a jamais pu voir des maisons ou des colonnes placées au-dessus de toits en tuiles ? Qui peut donner l'explication de la place de ces frontons ? En approuvant cette sorte de peinture représentant des choses qui n'ont pas d'existence réelle, nous nous assimilerons à ces villes, qui pour des causes analogues ont été réputées manquer de goût et de jugement.

Le peintre Apaturius n'osa rien répondre, mais il corrigea son décor et le rendit conforme à la réalité. Plût aux Dieux immortels que Licinius vécût de nouveau pour corriger les erreurs introduites aujourd'hui dans la peinture ! Je crois nécessaire d'exposer pourquoi cette fausse méthode l'emporte sur la vérité.

L'approbation qu'on donnait autrefois au travail et à l'exécution, on l'attribue aujourd'hui au coloris et à son aspect agréable. Au lieu d'apprécier la valeur de l'œuvre d'après le talent de l'artiste, on ne s'occupe plus que de la dépense qu'elle a occasionnée. Autrefois on se servait modérément de minium (vermillon). Aujourd'hui, de tous côtés des murs entiers en sont couverts ; on y ajoute le chrysocole (cendre verte), la pourpre et l'azure. On dispose ces couleurs, non pas d'après les principes de l'art, mais pour produire de l'effet ; comme elles sont très chères, la loi exige qu'elles soient fournies, non par l'artiste, mais par le propriétaire.

Rien ne peut donner une idée plus nette du peu de goût réel des Romains riches en faits d'art, de leur tendance à préférer le luxe criard, à la simplicité et à la noblesse de l'art Grec.

Sur les devis présentés par les architectes (Livre X).

Qui ne sait combien de fois il arrive que les devis dressés par les architectes avant le commencement des travaux se trouvent de beaucoup dépassés, quand ceux-ci sont terminés? Vitruve nous signale ce fait comme existant déjà, il y a fort longtemps, chez les Grecs et les Romains ; il attribue un peu à tort ce fait à l'ignorance de la plupart de ses confrères, affirmation qu'il répète à plusieurs reprises dans son traité et qui peut paraître intéressée.

Voici ce qu'il dit à ce sujet :

Dans la noble et importante ville grecque d'Ephèse, la tradition rapporte qu'il existait une loi très sévère, mais très juste :

Quand un architecte se chargeait d'un ouvrage public, il devait donner le devis exact des dépenses qu'exigerait la construction ; il faisait cette déclaration aux magistrats et donnait ses biens en garantie jusqu'à ce que le travail fût terminé. Si la dépense correspondait exactement au devis, il recevait des éloges et des récompenses honorifiques. Si l'on ne devait pas ajouter plus du quart à l'estimation, le reste était fourni par le trésor public, et il n'était pas prononcé de peines contre l'architecte. Si on la dépassait de plus du quart, le reste de la dépense était pris sur ses biens. Plût aux dieux immortels, qu'une telle loi fût établie également chez le peuple Romain, pour la construction de tous les édifices publics et privés ! Ainsi les ignorants ne pourraient parvenir sans aucune peine,et la profession d'architecte ne serait pratiquée que par ceux qui connaissent parfaitement leur métier. Les propriétaires ne seraient pas induits à faire des dépenses trop considérables qui les ruinent. Les architectes, de leur côté, maintenus par la crainte de l'application de la loi, établiraient plus exactement les devis, et les propriétaires pourraient ainsi faire construire leurs maisons avec la dépense qu'ils avaient prévue en y ajoutant peu de chose. Celui qui, en effet, voudrait consacrer à un ouvrage quatre cents livres, y ajoutera volontiers cent, pour avoir le plaisir de le voir terminer ; mais si les frais

sont accrus de la moitié ou davantage, on se décourage, et l'on perd le fruit des dépenses déjà faites ; on abandonne son but et l'on est obligé de s'arrêter.

Il semble que sauf ce que dit Vitruve de l'impéritie des architectes qui font des devis non rigoureux et inférieurs de beaucoup aux dépenses réelles, le reste trouverait encore aujourd'hui une fréquente application.

Sur la différence entre les effets réels d'une machine et de ceux du modèle (Livre X, chap. XVI).

Qui ne sait qu'une grande différence peut exister entre l'effet réel d'une machine et ce qu'on en attend avant qu'elle soit construite, même quand elle l'est sous forme de modèle? Cette différence a pu déjà être vérifiée il y a longtemps, d'après l'anecdote suivante, citée par Vitruve. Parlant des machines propres à la défense des places, il dit qu'on ne peut rien indiquer de général, et que le mode de défense dépend surtout du génie et de l'invention des assiégés, comme le fit voir en particulier Archimède dans le siège de Syracuse par Metellus. Ici, il s'agit du siège de Rhodes par Démétrius Poliorcète :

Il y avait à Rhodes un architecte nommé Diognète, auquel, pour honorer son mérite et récompenser ses services, on attribuait un traitement annuel pris sur les deniers publics. Dans ce temps, un certain architecte nommé Callias, d'Arado, vint à Rhodes et produisit en public le modèle d'un mur, au-dessus duquel était placée une machine. Celle-ci, à l'aide de cabestans, saisissait une hélépole (tour employée dans les sièges) et la transportait à l'interieur des murailles. Quand les Rhodiens virent ce modèle, dans leur admiration, ils enlevèrent à Diognète sa pension annuelle pour la transmettre en récompense à Callias.

Cependant, Démétrius surnommé, à cause de son opiniâtreté, Poliorcète, déclara la guerre aux Rhodiens et amena avec lui Epimaque, architecte et noble Athénien. Celui-ci construisit à grands frais et non sans peine, une hélépole, dont la hauteur était de 125 pieds, la largeur de 40 pieds ; elle était revêtue de toile et de cuir frais, de telle sorte qu'elle pouvait résister

au choc de pierres de 340 livres envoyées par les balistes ; la machine elle-même pesait 360000 livres.

Callias mis en demeure par les Rhodiens de préparer sa machine contre cette hélépole et de la transporter dans les murs, comme il l'avait promis, dit qu'il ne le pouvait pas. Toutes les machines, en effet, ne sont pas identiques au point de vue de leurs effets ; il y en a qui produisent toujours les mêmes effets avec de petites et de grandes dimensions ; d'autres ont leur grandeur habituelle et ne peuvent être représentées sous forme de modèles; il y en a enfin d'autres qui, quoique semblables à leurs modèles, sont impuissantes quand on les fait sur une grande échelle. Ceci s'observe souvent. Une vrille, en effet, permet de faire une ouverture d'un demi doigt, d'un doigt, d'un doigt et demi ; on ne saurait de la même façon forer une ouverture d'une palme, d'un demi pied et au dessus.

Les Rhodiens, ainsi déçus dans leurs espérances, sentirent alors seulement l'injure qu'ils avaient faite à Diognète. Ils eurent recours à lui et parvinrent à vaincre sa résistance. Celui-ci fit faire une ouverture à la base du mur, dans la partie qui devait être attaquée ; fit répandre extérieurement de l'eau, des immondices, de la vase, de telle sorte que l'hélépole de Démétrius s'embourba et ne put plus avancer; celui-ci fut obligé de lever le siège de Rhodes.

CHAPITRE IV.

MATHÉMATIQUES. — ASTRONOMIE.

Les notions de mathématiques pures, renfermées dans le traité de Vitruve, sont peu nombreuses et seulement rela-

tives à quelques-uns des problèmes importants dont se sont occupés les anciens. L'astronomie est au contraire beaucoup plus développée ; on peut ainsi avoir une idée assez nette des notions générales qu'avait répandues l'Ecole d'Alexandrie à la suite des travaux d'Aristarque de Samos, d'Eratosthène d'Alexandrie, d'Hypparque, et voir combien on était loin déjà de la théorie des sphères concentriques d'Eudoxe, adoptée par Aristote. Vitruve admet complètement la rotondité de la terre ; celle-ci est fixée au centre du monde, le ciel tournant autour d'elle, avec les deux pôles dont l'un supérieur visible, l'autre inférieur invisible ; il donne également toutes les divisions du ciel introduites par les astronomes Alexandrins et en particulier par Hypparque.

Grandeur de la terre (Livre I, chap. VI).

A l'accasion du tracé de la rose des vents, pour connaître l'orientation convenable à donner aux rues d'une ville, il donne la grandeur de la terre telle que l'avait trouvée Eratosthène de Cyrène (275 ans avant J.-C.).

Si l'on observe, dit Vitruve, qu'Eratosthène de Cyrène a déduit la circonférence de la terre, de l'inclinaison différente du ciel (c'est-à-dire de la ligne des pôles) grâce au cours du soleil, aux ombres des gnomons au moment de l'équinoxe et qu'il a trouvé par des calculs mathématiques et des méthodes géométriques 252.000 stades, qui font trois cent fois plus quinze fois cent mille pas (31.500.000)...

Vitruve veut déduire de là que l'espace correspondant à chaque rhombe de vent est formé de 1/8 de circonférence, c'est-à-dire trois cent fois plus quatre vingt-dix fois trente-sept mille et cinq cents pas (3.937.500).

Ces nombres donnent à raison de 185^{m} par stade olympique pour la circonférence de la terre le nombre 46.620 kilm., nombre peu différent du nombre presque exact 40.000 kilm. La plus grande difficulté de la mesure entre-

prise par Eratosthène a été évidemment de mesurer la distance de Syène à Alexandrie, supposés du reste sur le même méridien.

Le pas dont il s'agit était donc de 125 par stade, c'est-à-dire de $1^{m},48$; le pas romain est en effet évalué à $1^{m},47$.

Sur la perspective des décors de théâtre (Livre VII, Introduction).

Les Grecs et les Romains connaissaient les règles géométriques nécessaires pour tracer les perspectives dans les décors de théâtre.

Les points de fuite sont parfaitement désignés dans les passages suivants que donne Vitruve au sujet des auteurs grecs qui ont écrit sur les méthodes à employer pour confectionner les décors :

Agatharchus d'Athènes, à l'époque où Eschyle composait ses tragédies, le premier sut monter une scène et laissa un ouvrage sur ce sujet. A son exemple, Démocrite et Anaxagore écrivirent sur le même objet ; ils firent voir comment ayant choisi un point dans un certain endroit, on peut tracer des lignes conformément aux lois naturelles de la vision et à l'extension des rayons de telle sorte, que sans qu'on puisse s'en rendre compte, des images représentées sur les décors des théâtres donnent l'aspect d'édifices, et que les choses représentées sur des surfaces planes et verticales paraissent les unes reculer et les autres avancer.

Vitruve semble partager l'opinion de la plupart des anciens qui admettaient que les rayons produisant la vision partaient des yeux pour se rendre sur les objets. Au point de la perspective cela semble vrai en apparence, puisque l'on obtient la projection cônique des objets, en prenant comme centre de projection le centre optique de l'œil.

Sur la duplication du carré et le carré de l'hypothénuse.
(Livre IX, Introduction).

Dans l'introduction du Livre IX, Vitruve voulant montrer la supériorité du mérite des écrivains et des hommes qui se sont occupés de travaux scientifiques sur celui des athlètes, parle de la duplication du carré, dont il attribue la découverte à Platon, et du carré de l'hypothénuse dans un cas particulier, qu'il admet avoir été énoncé par Pythagore. Il ne semble pas qu'il ait eu connaissance des principes de géométrie d'Euclide (200 ans avant J.-C.), quoique ce dernier fît partie de l'école d'Alexandrie et fût contemporain d'Eratosthène (275 ans avant J.-C.), cité plusieurs fois par Vitruve. Sans cela il n'aurait pas attribué autant d'importance à ces deux théorèmes, cas particuliers du théorème du carré de l'hypothénuse, démontré d'une manière générale par Euclide; et il ne paraît connaître ni la démonstration, ni le géomètre.

Des lacunes analogues se retrouvent dans d'autres points de l'ouvrage, à propos de Héron et de Ctésibius, tous deux également d'Alexandrie; ce qui semblerait démontrer que les bibliothèques de Rome, de constitution récente, étaient très incomplètes et manquaient souvent des livres les plus importants de la science grecque.

Si les écrivains, grâce à leurs connaissances, ont procuré tant d'avantages aux hommes dans la vie publique et privée, je pense que non seulement on doit leur décerner des palmes et des couronnes, mais aussi leur décerner des triomphes et les juger dignes de siéger parmi les Dieux. Je montrerai par quelques citations combien leurs découvertes ont eté utiles aux hommes pour la conduite de la vie ; on reconnaîtra ainsi, qu'on doit accorder à de tels hommes de grands honneurs.

Parmi les principes si nombreux et si utiles donnés par Platon, je n'en citerai qu'un seul, avec la démonstration qu'il en donne.

Si une place ou un champ a la forme d'un carré, et qu'il faille le doubler,

comme on ne peut y arriver en ayant recours au calcul et à la multiplication, on le réalise par le tracé de lignes. En voici la démonstration:

Ce carré ayant dix pieds de long et de large, a une surface de cent pieds. S'il faut le doubler et faire un carré ayant une superficie de deux cents pieds, on devra chercher le côté de ce nouveau carré. Mais cela ne peut se trouver par des nombres; car si on prend quatorze, la surface sera de cent quatre-vingt-seize pieds; si l'on prend quinze, la surface sera de deux cent vingt-cinq. Puisqu'on ne peut arriver par des nombres à la solution, on mène, dans le carré de dix pieds, la diagonale d'un angle à l'autre de manière à le diviser en deux triangles de même grandeur, chacun de cinquante pieds de surface, et avec la longueur de cette diagonale on décrit un nouveau carré; les deux triangles formés par la diagonale dans le petit carré ayant chacun cinquante pieds, on en aura quatre de même grandeur dans le grand. La duplication obtenue ainsi par Platon, à l'aide de lignes, est expliquée par une figure à la fin de l'ouvrage.

Suit l'invention par Pythagore du carré de l'hypothénuse, dans le cas où les côtés du triangle rectangle sont les nombres 3, 4, 5.

De même, Pythagore a fait voir que le tracé d'un angle droit peut se faire sans l'emploi d'instruments et que les équerres que les ouvriers à grand peine peuvent construire exactes, peuvent être corrigées par les méthodes et les mesures qui résultent de ses préceptes. A cet effet, on prend trois règles ayant respectivement, trois, quatre et cinq pieds; si elles se touchent par les extrémités, elles formeront une équerre parfaite. Si l'on trace divers carrés ayant ces longueurs pour côtés, celui de trois pieds, aura neuf pieds carrés, celui de quatre, seize, et celui de cinq, vingt-cinq; la surface de ce dernier est donc égale à la somme des surfaces de deux autres. Quand Pythagore eût fait cette découverte, il ne douta pas qu'elle ne lui ait été inspirée par les Muses, et on dit qu'en action de grâce, il leur fit un sacrifice.

Vitruve explique ensuite combien cette relation est commode, par exemple, pour construire les escaliers en divisant la hauteur en trois parties, dont on prend quatre pour la projection horizontale et cinq pour le limon.

Sur la duplication du cube (Livre IX, Introduction).

Vitruve, au sujet de ce problème dont se sont tant occupés les géomètres dans l'antiquité, parle seulement des solutions données par Archytas et Eratosthène, mais sans aucun développement.

Portons notre attention sur les travaux d'Archytas de Tarente et d'Eratosthène de Cyrène. Ils ont fait, dans les mathématiques de nombreuses et utiles découvertes ; quoiqu'elles soient toutes intéressantes, il en est une surtout qui mérite toute notre admiration. Chacun avait expliqué d'une façon différente la réponse d'Apollon à Délos, de doubler le volume de son autel ; l'exécution de cet ordre divin devait délivrer l'île des maux qui l'acablaient. Archytas, par la description des demi cylindres, Eratosthène, à l'aide des rapports des diverses parties du mésolabe, purent résoudre ce problème.

Du mouvement des corps célestes (Livre IX, chap. I à VI).

Vitruve rapporte assez superficiellement, et comme le ferait quelqu'un qui n'est pas lui-même observateur, les notions admises à la suite des travaux des astronomes de l'Ecole d'Alexandrie, mais sans leur donner la précision qui résulte des observations d'astronomes tels qu'Aristarque de Samos (281 à 264), d'Eratosthène (275 à 195) et d'Hipparque (160 à 125) ; on comprend néanmoins que ce sont les travaux de ces savants qui formaient alors la base de l'enseignement de la cosmographie.

Le Livre IX est tout entier consacré à la gnomonique et à la description des clepsydres; mais les cinq premiers chapitres renferment un cours complet de cosmographie, quoique pour la gnomonique, le cours annuel du soleil soit seul utile à connaître. Vitruve indique d'abord comment l'ombre d'un gnomon au moment de l'équinoxe est différente en divers lieux, tels qu'Athènes, Alexandrie,

Rome, Plaisance. Il montre l'utilité de l'observation de cette ombre pour déterminer la position de l'axe du monde et former l'analemme, dont on se sert ensuite suivant la position de chaque lieu pour tracer les heures sur les gnomons.

Voici la définition que Vitruve donne de l'analemme :

L'analemme est la règle déduite du cours du soleil, trouvée par le décroissement de l'ombre depuis le solstice d'hiver (Bruma) ; ensuite à l'aide des règles de l'architecture et l'emploi du compas, on détermine l'effet du soleil dans le monde. Le monde est la réunion de toutes les choses de la nature, ainsi que le ciel constitué par les astres.

Vient ensuite la définition des pôles servant à la rotation du ciel autour de la terre et de la mer. Vitruve adopte la théorie géocentrique d'Aristote et de l'Ecole d'Alexandrie, plutôt que la théorie semihéliocentrique de Philolaüs (de l'Ecole Pythagorienne) et la théorie franchement héliocentrique d'Aristarque de Samos qui devait rester oubliée ou dédaignée jusqu'à ce que Copernic vint la reproduire et la faire enfin triompher.

Le ciel tourne continuellement, dit Vitruve, autour de la mer et de la terre, grâce aux pivots qui terminent son axe. Car, en ces lieux, la puissance de la nature y a placé ces pivots comme des centres, l'un allant de la terre et de la mer à l'extrémité du monde au-delà des étoiles même du septentrion, l'autre au-dessous de la terre, dans les régions du midi ; autour de ces pivots, nommés en grec πόλοι, le ciel décrit des cercles comme autour de l'axe d'un tour, dans son mouvement de rotation perpétuel ; au contraire, la terre et la mer sont placées naturellement au centre.

En outre des deux pôles, dont l'un le septentrional est visible, et l'autre le méridional est caché par la terre, Vitruve insiste particulièrement sur le zodiaque.

Au milieu est une zône circulaire assez large, transversale et inclinée par rapport au méridien, formée de douze signes ; le nom de chacune de ces douze parties égales, d'après la disposition des étoiles, exprime la figure que leur a donnée la nature...... Six de ces signes se déplacent avec le ciel

au-dessus de la terre ; les autres, circulant au-dessous de la terre, sont cachés par son ombre.

Comme il décrit plus loin les étoiles fixes visibles, il semble attribuer une importance capitale aux constellations zodiacales, à cause du Soleil, de la Lune, et des Planètes qui restent dans leur voisinage. Il dit, en effet :

Ces signes étant au nombre de douze et correspondant chacun à la douzième partie du monde, marchent continuellement de l'orient en occident ; au milieu de ces signes, d'un mouvement contraire, la lune, les étoiles de Mercure, de Vénus, le soleil lui-même, ainsi que les étoiles de Mars, Jupiter et Saturne se déplacent dans le monde en parcourant chacun un cercle de grandeur différente d'occident en orient, comme si elles exécutaient une ascension dans les degrés.

Vitruve donne pour la révolution sidérale de la Lune 28 jours et environ une heure en plus ; pour celle du Soleil, l'année, ne distinguant pas du reste l'année sidérale et l'année tropique, et constituant l'année de treize mois lunaires.

Pour Vénus et Mercure, il semble admettre qu'ils tournent autour du soleil ; car il dit :

Les étoiles de Mercure et de Vénus, autour des rayons du soleil, entourant celui-ci même de leurs orbites, comme s'il en était le centre, font des stations et des rétrogradations ; aussi aux stations, en raison de leur mouvement, elles se retardent dans les signes.

Il montre que cela est manifeste surtout pour Vénus, qui est tantôt l'étoile Vesperugo, brillant le soir après le coucher du soleil, ou Lucifer se montrant le matin avant son lever. De même pour Mercure.

Il semble bien résulter de là que Vitruve admettait la rotation de Mercure et de Vénus autour du soleil, qui les entraînait avec lui conformément au système établi postérieurement par Ptolémée, en donnant au rayon des déférents de Mercure et de Vénus, le rayon même de l'orbite solaire, et prenant comme des épicycles les cercles mêmes

décrits par ces planètes autour du soleil. C'était en partie le système proposé par Ticho Brahé pour toutes les planètes.

Vitruve donne les nombres suivants pour les durées des révolutions de Mercure et de Vénus.

Mercure	360 jours.
Vénus.	485 jours.

Pour les planètes supérieures, Mars, Jupiter, Saturne, il parle également de leurs stations et rétrogradations, ainsi que de la durée de plus en plus grande de leur révolution correspondant à leur éloignement de plus en plus grand de la terre. Les temps des révolutions sidérales, donnés plus exactement que pour les planètes inférieures, puisqu'ils sont moins variables, sont :

pour	Mars	environ . .	683 jours.
	Jupiter	—	11 ans et 363 jours.
	Saturne	—	29 ans et environ 160 jours.

Vitruve, nous l'avons vu, explique les stations et rétrogradations des planètes inférieures, en admettant qu'elles circulent autour du soleil. Pour les planètes supérieures, la question était plus difficile à résoudre et l'on sait qu'Hipparque, qui était arrivé à coordonner les mouvements du soleil et de la lune, en leur faisant parcourir des orbites excentriques autour de la terre, n'avait rien trouvé pour expliquer le mouvement des planètes ; c'est pour expliquer leurs mouvements que Ptolémée, 300 ans après Hipparque, proposa la théorie des épicycles et des déférents. Vitruve en cherche la cause, soit dans l'action des rayons solaires, soit dans celle de la chaleur qui en émane; voici ce qu'il dit à ce sujet :

Les astres qui décrivent leurs obites au-delà du soleil, principalement quand ils ont formé le triangle (la terre, le soleil, la planète), n'avancent plus, mais rétrogradent, et s'arrêtent jusqu'à ce que le soleil, sortant de ce triangle, ait passé dans un autre signe. Quelques personnes pensent que cela se produit parce que le soleil, disent-elles, étant plus éloigné, retarde le mouvement des astres, qui circulent dans des chemins non

éclairés à cause de cette distance. Il ne nous paraît pas qu'il puisse en être ainsi. La splendeur du soleil, en effet, est visible et perceptible sans aucune espèce d'obscurité dans le monde entier, puisqu'il nous apparaît, quand ces astres font leurs stations et rétrogradations. Donc si, à de si grandes distances, l'espèce humaine peut l'apercevoir, comment peut-on admettre que des êtres divins et lumineux, comme le sont les astres, puissent se trouver dans l'obscurité ?

Il veut en trouver la raison dans la chaleur solaire qui agirait plus énergiquement quand les rayons vecteurs de la terre au soleil et à la planète forment un angle de 120°; mais comme on doit s'y attendre, l'explication n'est ni claire, ni convaincante :

La cause nous en semble être la chaleur ; de même qu'elle attire à elle toutes choses, que nous voyons les fruits, grâce à l'action de la chaleur, élevés à une certaine hauteur au-dessus de la terre, les vapeurs attirées jusqu'aux nues par le moyen de l'arc-en-ciel ; de même l'ardeur puissante du soleil, lorsque ses rayons s'étendent en formant un triangle de 120° (radis trigoni formâ porrectis) attire à lui les astres qui le suivent, et empêche d'avancer ceux qui le précèdent, les force à rétrograder et à entrer dans un autre signe de trigone.

Les anciens attachaient considérablement d'importance aux signes du zodiaque dans lesquels se trouvaient simultanément les divers astres, d'où les noms d'aspect trigone ou trine, quand les rayons vecteurs allant au soleil et à l'astre faisant un angle de 120° ; ces derniers étaient alors séparés par quatre signes ; l'aspect quadrat avait lieu, quand les rayons vecteurs formaient un angle de 90° ou qu'ils étaient séparés par trois signes du zodiaque, et l'aspect sextil quand l'angle était de 60°, ou leur distance de deux signes du zodiaque. C'est, en effet, dans le voisinage de l'opposition, quand les angles des rayons vecteurs sont compris entre 90° et 120°, que se font les stations et rétrogradations.

Vitruve ajoute pour compléter sa théorie :

On demandera peut-être pourquoi le soleil exerce plutôt l'action coercitive de sa chaleur dans le cinquième signe à partir de celui où il est, que dans

le deuxième ou le troisième, qui sont plus rapprochés. En voici, il me semble, la raison : Les rayons du soleil se propagent en ligne droite dans le monde, comme formant les côtés égaux d'un trigone (triangle équilatéral), et par suite atteignent ni plus ni moins que le cinquième signe à partir de celui où il est. Donc, si les rayons répandus dans tout le monde, se propageaient par des cercles, et non en ligne droite s'étendant d'après la figure du trigone, ils enflammeraient les objets les plus rapprochés. Cela même paraît avoir été remarqué par Euripide, le poète grec ; il dit, en effet, que les choses les plus éloignées du soleil éprouvent une chaleur violente, que les plus rapprochées sont plus tempérées. C'est ce qu'il écrit dans la fable de Phaéton :

Καιέι τὰ πόῤῥω, ταγγύθεν δ'εὔκρατ'ἔχει.

Cette idée que les objets les plus rapprochés du soleil sont moins échauffés que les plus éloignés, ne peut venir que de l'observation du froid qui règne sur les montagnes, évidemment, en apparence plus rapprochées du soleil.

Il n'y a pas lieu de discuter la théorie proposée par Vitruve, qui est remplie de contradictions et de cercles vicieux; mais du moins elle fait voir quel était son désir d'expliquer tous les phénomènes par des causes naturelles. Il oublie, du reste, quelques lignes plus loin sa théorie de l'échauffement plus grand des corps plus éloignés du soleil, quand il dit:

Jupiter décrit une orbite comprise entre celle de Mars et de Saturne. De même, les autres étoiles, à mesure qu'elles sont plus éloignées de l'extrémité du ciel, et décrivent une orbite plus rapprochée de la terre, semblent la parcourir plus rapidement, de telle sorte que chacune de celles qui parcourt une moindre orbite, doit plus souvent dépasser la supérieure en passant par dessous.

De même, si sur la roue dont se servent les potiers, on a placé sept fourmies ; que l'on ait fait autant de canaux autour du centre augmentant du milieu à la circonférence, dans lesquelles elles soient obligées de tourner, et que l'on fasse tourner la roue en sens inverse ; il sera nécessaire que celles-ci parcourent leurs chemins, néanmoins malgré la rotation de la roue ; celle qui sera le plus près du centre, parcourra plus rapidement son orbite ; celle qui est près de l'extrémité de la roue, quand même elle marcherait plus vite, à cause de la grandeur de son orbite, accomplira sa course plus lentement ; de même les astres luttant contre le mouvement

du monde, font leur circuit dans leurs orbites ; mais le mouvement diurne du ciel les reporte en arrière dans leur mouvement propre.

Il y a des étoiles tempérées, d'autres brûlantes, d'autres froides ; la cause paraît en être, en ce que tout feu possède une flamme s'élevant vers le haut. Par suite, le soleil, enflammant par ses rayons, rend incandescent l'éther qui est au-dessus de lui dans les régions où l'astre de Mars décrit son orbite ; celle-ci est ainsi rendue brûlante par l'action du soleil.

Celle de Saturne qui est voisine de l'extrémité du monde, et touche les régions glacées du ciel, est excessivement froide ; celle de Jupiter, ayant son cours entre ceux des deux autres, paraît posséder un état tempéré, intermédiaire entre la chaleur et le froid de l'une et de l'autre.

Pour conclure, Vitruve ajoute :

J'ai exposé, comme je l'ai reçu de mes maîtres, ce qui est relatif à la zône des douze signes, au travail (opus) et au cours des sept astres, les relations et les nombres relatifs à leurs passages d'un signe à l'autre et à leurs orbites.

Phases de la lune (Livre IX, chap. II).

Pour les phases de la lune, Vitruve cite d'abord l'opinion de Bérose qui ayant quitté la ville ou la nation des Chaldéens, en répandit les théories dans toute l'Asie. D'après ce dernier, la lune serait un globe, dont une des moitiés serait incandescente, et l'autre serait bleue. Dans le cours de la lune, la face incandescente, grâce à l'action des rayons solaires, se tournerait vers le soleil, comme par suite d'une attraction de la lumière pour la lumière; l'autre partie, non incandescente, n'est pas visible, à cause de l'analogie de sa couleur avec celle de l'air. Les diverses phases dépendent de la portion de la surface incandescente que l'on aperçoit.

Vitruve cite ensuite l'opinion d'Aristarque de Samos, qui lui semble plus rationnelle, et conforme à la théorie admise encore aujourd'hui :

J'exposerai également, dit-il, comment Aristarque, mathématicien de

Samos, a, grâce à la variété de ses connaissances, donné une explication très satisfaisante du même fait. Il est évident, en effet, que la lune n'a pas de lumière propre, mais qu'elle est comme un miroir, et doit son éclat à l'action du soleil.

Suit l'explication des phases comme on le fait aujourd'hui dans tous les cours de cosmographie.

Comment le soleil parcourant les signes augmente et diminue la grandeur des jours et des heures (Livre IX, chap. III).

Dans ce chapitre, Vitruve parle du passage du soleil à travers les divers signes du zodiaque et indique, sans démonstration, le changement de longueur des jours qui en est la conséquence; on peut faire, à ce sujet, quelques remarques, sur la manière de considérer à cette époque les mouvements célestes.

Vitruve désigne parfaitement les solstices et les points équinoxiaux, et signale la durée égale du jour de part et d'autre des solstices ; seulement ces quatre points capitaux au lieu d'être placés à l'entrée des signes correspondants, comme on le fait aujourd'hui, sont mis au 1/8 de leur étendue ; il dit, en effet :

Quand le soleil entre dans le signe du Bélier, et en a parcouru la huitième partie, se produit l'équinoxe du printemps..... ; ensuite des Gémeaux, quand il entre dans le Cancer, qui occupe le moins de place dans le ciel, qu'il est parvenu à la huitième partie, il accomplit le temps du solstice..... De la Vierge, passant dans le pli du vêtement qui occupe les premières parties de la Balance, à la huitième partie de ce signe, il effectue l'équinoxe d'automne, dans lequel le cours du soleil est égal à celui qui existait dans le signe du Bélier....... Quand au contraire sortant des cuisses du Sagittaire, partie attribuée au Capricorne, il arrive à la huitième partie, il parcourt la plus petite partie du ciel. Par suite de la brièveté du jour, on appelle cette portion de l'année brume et jours brumaires. (Bruma ac dies brumales).

On voit en outre, que sur les sphères servant à l'étude de

l'astronomie, ou les cartes, on devait représenter les constellations par les figures mithologiques, auxquelles on a renoncé aujourd'hui presque complètement. Vitruve distingue du reste nettement les constellations placées dans le Zodiaque, des signes qui ont servi à le diviser en douze parties égales. Il dit en effet :

Quand le soleil marche vers la queue du Taureau (constellation) et les Pléïades (Virgiliæ), où commence la partie antérieure du Taureau (signe du Zodiaque), il s'avance dans une portion du monde plus grande que la moitié, allant vers le nord...... et continuant il parvient à la tête et à la poitrine du Lion . parties attribuées au Cancer.

Sorti de la poitrine du Lion et des limites du Cancer, il parcourt les autres parties du Lion ; il diminue la grandeur du jour et du cercle qu'il décrit, et revient au cours égal à celui qu'il possède dans les Gémeaux.

Le mot dies, comme jour en français signifie indifféremment le jour entier sidéral ou solaire, non distingués du reste par Vitruve, ou seulement le temps pendant lequel le soleil reste au-dessus de l'horizon ; ce qui compliquait considérablement la division du temps, c'est que le jour était divisé en douze heures, du lever du soleil à son coucher. Vitruve dit, en effet :

Ainsi le soleil, en parcourant ces signes, en certains temps augmente et diminue la grandeur des jours et des heures.

Ceci ressort du reste des règles données plus loin pour le tracé des cadrans solaires et la construction des clepsydres.

Des constellations placées au nord et au sud du Zodiaque.
(Livre IX, chap. IV et V).

Ces notions de cosmographie sont terminées par la description des principales constellations boréales et australes, c'est-à-dire au Nord et au Sud du Zodiaque, que Vitruve décrit également avec la forme des personnages mythologi-

ques dont elles portent les noms, parlant ainsi de la tête de l'Ourse, des pieds des Gémeaux, de la corne gauche du Taureau, du ventre d'Andromède...

Ce serait, d'après Vitruve, Démocrite qui serait l'auteur des noms et figures donnés aux constellations, car il dit :

J'ai exposé les figures (simulacra figurata et formata) des astres désignés par la nature et l'esprit divin, comme il a plu au philosophe Démocrite.

Il fait remarquer qu'il n'a pu parler que des constellations qu'il a pu voir et dont on constate le lever et le coucher. Il savait parfaitement qu'une grande partie du ciel austral vers le pôle sud n'est pas visible pour nous, car il ajoute :

De même que les étoiles septentrionales tournant autour de l'extrémité de l'axe (cardo) ne se couchent pas, et ne plongent pas sous la terre, de même autour du pôle sud, qui par suite de l'inclinaison du monde est sous la terre, il y a des étoiles cachées qui l'entourent et ne s'élèvent pas au-dessus de la terre. Leurs figures, à cause de l'obstacle que forme la terre, ne sont pas connues.

Il cite à ce sujet l'étoile Canope, invisible à Rome et visible en Egypte pour les marchands qui vont à l'extrémité de l'Egypte et dans les régions voisines des limites de la terrre (probablement habitée ou habitable). C'est cette même étoile Canope, faisant partie du vaisseau Argo, que Posidonius, (philosophe stoïcien et géomètre, à peu près contemporain de Vitruve, (135-51), qui avait compté à Rhode Cicéron parmi ses élèves), avait utilisée pour mesurer la différence de latitude de l'île de Rhodes et d'Alexandrie; il en avait ensuite déduit, connaissant la distance de ces deux localités, le rayon de la terre, ainsi que l'avait fait Eratosthène, d'après la hauteur du soleil, le jour du solstice à Alexandrie et à Syène.

De l'astrologie appliquée à la divination de la généthiologie et des changements de temps (Livre IX, chap. VI).

A la suite de ces notions sommaires, mais exactes de cosmographie, Vitruve dit quelques mots de ce qu'on nomme ordinairement l'astrologie, et qu'il désigne sous le nom de généthiologie, consistant à rechercher l'influence des douze signes, des cinq planètes, du soleil et de la lune sur la vie humaine; il renvoie pour cela à la science des Chaldéens, apportée d'abord par Bérose dans l'île de Cos, puis étudiée par Antipater et Achinapolus, qui ont démontré que les règles de la généthiologie, comme nous disons l'art de tirer l'horoscope, doivent plutôt se rapporter à la conception qu'à la naissance.

Que la science astronomique des Chaldéens, qui possédaient par suite de leurs études le moyen de prédire les phénomènes astronomiques, ait été étendue aux autres phénomènes de la vie et soit devenue l'astrologie, rien d'étonnant à cela, à une époque surtout et dans les pays où les divinités et les astres étaient plus ou moins confondus les uns avec les autres; où l'on admettait, à défaut de la connaissance des causes naturelles, qu'une divinité particulière veillait sur la marche de chaque astre. Mais que Képler ait été réduit pour vivre à Prague à publier des ouvrages d'astrologie et à devenir l'astrologue de Wallenstein, que Louis XIII ait été appelé le juste, parce qu'il était né sous le signe de la balance, que l'on ait tiré l'horoscope de Louis XIV à sa naissance, voilà ce qui est incompréhensible. Vitruve ne dit pas son opinion sur la science de la généthiologie; mais il paraît cependant avoir plus d'admiration pour les philosophes :

Qui ont donné sur la nature les lois qui la gouvernent, et leurs effets, tels que · Thalès de Milet, Anaxagore de Clazomène, Phytagore de Samos, Xénophane de Colophone, Démocrite d'Abdère.

A la suite, il cite les astronomes qui ont établi les lois du mouvement des astres, tels qu'Eudoxe, Euchœmon, Callipe, Meton, Philippe, Hipparque, Aratus.

Construction de l'analemme (Livre IX, chap. VII).

Le reste du Livre IX est consacré à l'exposition des règles devant servir au tracé des cadrans solaires, ainsi qu'à la description des clepsydres ; mais en ce qui concerne les cadrans, Vitruve, pour la partie la plus intéressante, reste en chemin, craignant, dit-il, d'être fastidieux ; il s'occupe spécialement des gnomons ou cadrans horizontaux à style vertical, et se contente d'indiquer comment on peut trouver la longueur de l'ombre du style à midi, pour les divers jours de l'année.

Dans ce but, on doit prendre d'abord l'ombre du gnomon le jour de l'équinoxe, évidemment à midi ; il donne pour diverses villes les rapports de l'ombre projetée à la longueur de la tige, nombres qui s'écartent peu des nombres exacts déduits des latitudes, ainsi qu'on peut le constater d'après le tableau suivant :

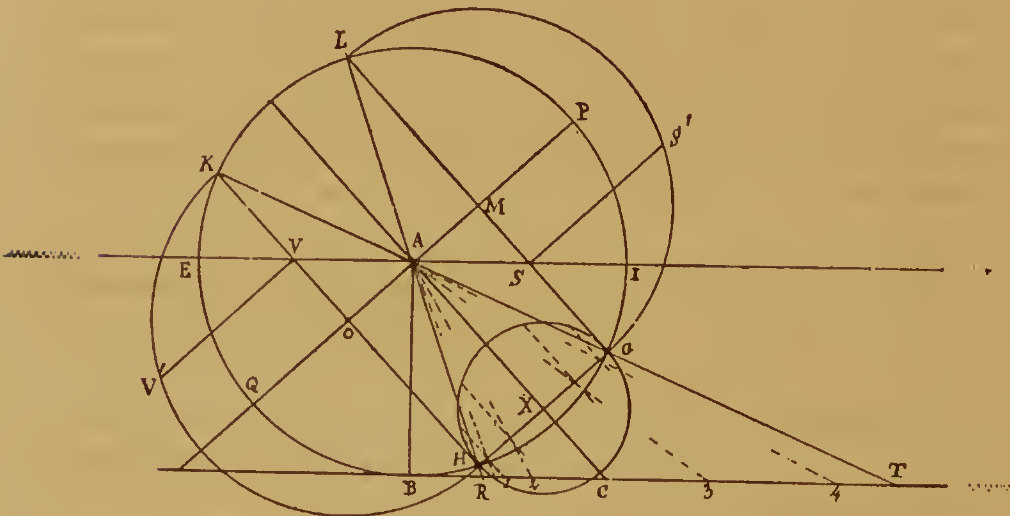
LOCALITÉ.	STYLE.	Longueur de l'ombre d'après Vitruve.	Longueur de l'ombre réelle.	LATITUDE.
Rome...............	9	8	$7 + \frac{3}{74}$	41°,47′
Athènes............	4	3	$3 + \frac{10}{78}$	38°,5′
Rhodes.............	7	5	$5 + \frac{14}{70}$	36° à 37°
Tarente............	11	9	$9 + \frac{21}{76}$	40°,30′
Alexandrie.........	5	3	$2 + \frac{83}{86}$	30°,39′

Dans le Livre I, chapitre VI, au sujet de la Rose des

Vents, Vitruve donne le procédé pour tracer la méridienne à l'aide du gnomon et des ombres égales, comme on doit le faire pour l'installation d'un cadran solaire.

Pour trouver l'ombre du style à midi, chaque jour de l'année, il donne des indications assez nettes, à l'aide desquelles on peut facilement réaliser la construction suivante : (Fig. 1).

Fig. 1.

Le style du gnomon A B ayant neuf parties, on en donne 8 à l'ombre équinoxiale B C ; on décrit le cercle A B, nommé cercle méridien. La ligne A C indique la direction du rayon solaire le jour de l'équinoxe ; on mène par le centre A la ligne E I parallèle au plan du cadran, et nommée par les mathématiciens horizon. On prend ensuite la quinzième partie du cercle, pour mener les cercles des tropiques, ce qui donne pour l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur 24°, au lieu de 23° 30′ ; on mène alors les rayons L A H R, et K A G T correspondant aux deux solstices, ce qui permet d'obtenir les deux ombres B R et B T correspondant à ces deux jours. On trace alors les diamètres des tropiques H K et G L, puis par les centres M, O et A on mène la ligne P A Q qui se nomme axe. On décrit enfin de M et O avec

M L et O K comme rayons deux cercles, qui sont les cercles des tropiques rabattus sur le plan du cercle méridien. Cette deuxième construction est sans doute destinée à déterminer graphiquement les parties pendant lesquelles le soleil est au-dessus ou au-dessous de l'horizon, en menant les perpendiculaires SS′ et VV′.

Pour obtenir la longueur de l'ombre du gnomon pour les autres jours de l'année, Vitruve indique de mener la corde G H parallèle à l'axe P Q et nommée lacotome; puis, dit-il, du point X, intersection de cette ligne avec le rayon équinoxal A C, on mène pour les mois un cercle de rayon X H, nommé manacus. Telle est, dit Vitruve, la construction de l'analemme. Probablement ce dernier cercle était divisé en douze parties, puis chacune projetée sur G H, et l'on joignait les points de division au point A, ce qui donnait les points marqués 1, 2, 3, 4.

Mais il n'eût pas été difficile de diviser rigoureusement l'arc G H en six parties correspondant au mouvement du soleil supposé uniforme dans l'écliptique.

Vitruve se contente d'ajouter :

Après cette description et explication, soit par les lignes d'hiver, ou d'été, équinoxiales ou mensuelles, dans les projections (subjectiones), on tracera les lignes horaires d'après l'analemme. Il existe un grand nombre d'espèces d'horloges diverses; on les tracera d'après les mêmes règles. Le seul point important dans toutes ces figures et descriptions c'est que les jours équinoxiaux, des solstices d'hiver et d'été soient divisés chacun en douze parties égales. Je n'ai pas laissé de côté le reste par paresse, mais pour ne pas ennuyer par trop de développements ; je me contenterai d'exposer par qui furent inventés les divers genres et les tracés des horloges Car je ne puis de moi-même en inventer de nouveaux, ni ne veux m'attribuer le travail d'autrui.

La construction du gnomon seulement dans ces conditions, devait présenter d'assez grandes difficultés; probablement on les copiait tous sur un modèle fait d'avance servant de type. La division du jour des équinoxes ne devait pas être difficile ; l'extrémité du style décrivant une



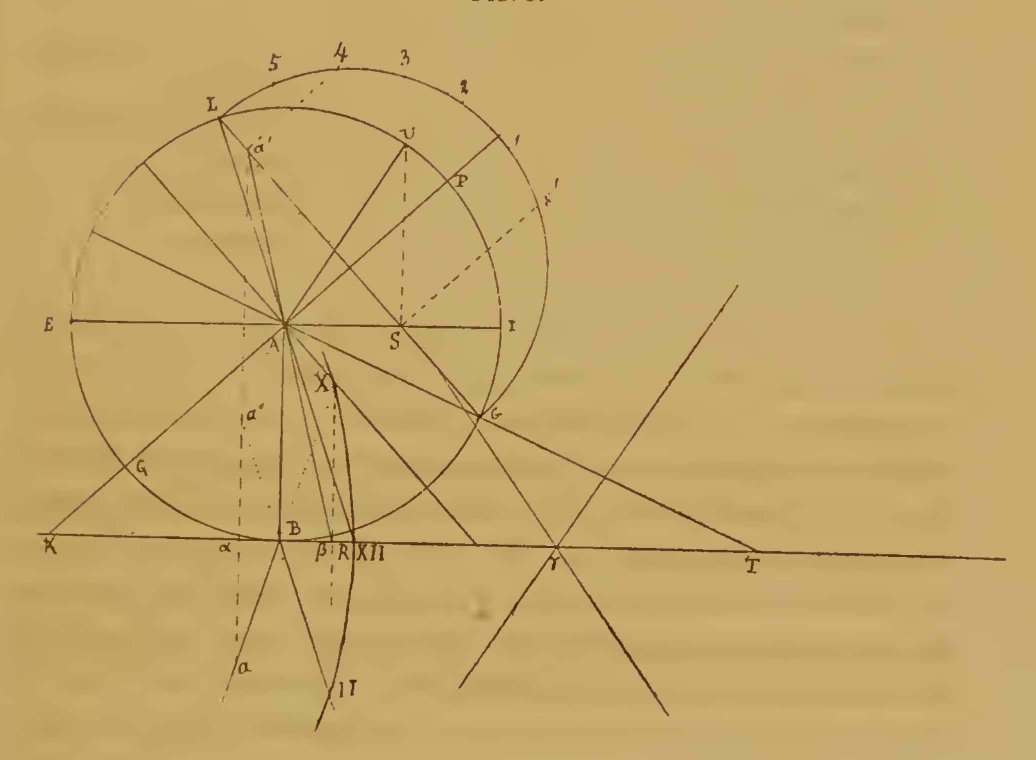
FIG. . .

ligne droite, la construction graphique était probablement celle de la figure 2, en supposant que le cercle de l'horizon fût rabattu sur le plan méridien. Si on avait adopté comme actuellement la division égale de tous les jours de l'année, il aurait suffi de joindre le point où l'axe du monde PQ rencontre le plan du gnomon aux divisions de la ligne des heures de la figure 2.

Pour obtenir la division des jours, des solstices en douze parties égales, on devait faire une construction graphique analogue, si ce n'est identique à celle de la figure 3, pour le tracé de laquelle on s'est servi des principes de la géo-

métrie descriptive. Le cercle du solstice G S′ L étant rabattu sur le plan méridien, on divise en six parties l'arc S′ L; de chaque point, 4, par exemple, on abaisse la perpendiculaire 4 a' sur le diamètre L G de ce cercle; on prend K T comme ligne de terre, et alors si $\alpha a = 4\ a'$, a et a' sont les projections du point 4, quand le cercle solsticial est mis dans sa position normale. Le rayon solaire qui détermine l'ombre du style a pour projections a' A β, et a B. La trace horizontale de cette droite sera le point X. On aura de même le point II, en menant la projection horizontale a'' B qui a la même projection verticale. On aura les autres points de la courbe en prenant les autres divisions du cercle S′ L, et faisant la même construction. La direction des assymphotes de l'hyperbole ainsi obtenue, sera

Fig. 3.



donnée en élevant par S une perpendiculaire S U à la droite horizontale E I, et joignant les points A U. Par le point γ. milieu de R T, on mènera deux droites également inclinées

sur B T dont l'une est parallèle à A U, qui seront les assymptotes des hyperboles correspondant aux deux solstices. La même construction devait être répétée pour chaque courbe mensuelle. Probablement, on joignait les points correspondants aux mêmes heures par des droites qui servaient pour les jours intermédiaires.

Suit la nomenclature des noms donnés aux divers cadrans avec les noms de leurs inventeurs :

	INVENTEURS.
L'hémicycle creusé dans un carré...............	Bérose de Chaldée.
Le scaphé ou hémisphère.................. ...	Aristarque de Samos.
Le disque plan (probablement le cadran équinoxial)....................................	Idem.
L'araignée.	Eudoxe l'astrologue ou Apollonius.
La plinthe ou Lacunar placée dans le cirque de Flaminius..................................	Scopinas de Syracuse.
προς τα ἱστουμενα.	Parmenion.
προς τα κλίμα	Théodose et Andreas.
Le pelecinon (la hâche)	Patrocle.
Le cône	Dionysiodore.
Le carquois......................................	Apollonius.

Vitruve cite encore d'autres cadrans, dont il ne donne pas les inventeurs, le gonarque, l'engonate, l'antiborée, et des cadrans portatifs pour les voyages.

Il est à regretter que Vitruve n'ait pas donné de détails plus circonstanciés sur ces divers cadrans et les procédés graphiques employés pour les construire, empruntés évidemment aux auteurs grecs. Ce qui prouve le peu de connaissances astronomiques des Romains, c'est la nécessité où s'est trouvé César de faire venir d'Alexandrie l'astronome Sosigène pour réformer le calendrier. On sait, du reste, que l'usage des cadrans solaires à Rome ne date que de la première guerre punique, où le premier cadran fût rapporté de Sicile à Rome en 491, par Valerius Messala et placé près de la tribune aux harangues. Comment cons-

truit pour Messine, ce cadran se comportait-il à Rome? Depuis longtemps, les Chaldéens, les Grecs et les Egyptiens savaient se servir de ces instruments et les construire.

Des clepsydres ou horloges à eau (Livre IX, chap. VIII).

Pour les horloges à eau, Vitruve en décrit un assez grand nombre, également plus ou moins compliquées, par suite de la nécessité de diviser en douze parties égales le jour et la nuit pendant les diverses saisons de l'année ; ce système de division du temps n'était tolérable qu'à cause du peu d'étendue en latitude des régions civilisées du monde connu des anciens. Comment employer ce système dans un pays septentrional, tel que la Russie, où le jour, pendant l'hiver, formé de 4 de nos heures actuelles, serait divisé en 12 parties qui donneraient 20 minutes pour chaque heure ancienne ?

L'invention des horloges à eau ou clepsydres (quoique cette expression ne soit pas donnée) est attribuée à Ctesibius d'Alexandrie, qui a trouvé aussi, dit Vitruve, *spiritus naturales et pneumaticas res*, c'est-à-dire l'emploi de l'air comprimé, comme on le dira plus loin au sujet de la physique. L'eau s'écoulait par un orifice percé dans un morceau d'or ou une pierre précieuse, afin d'éviter l'usure et la rouille. Vitruve n'indique pas le procédé employé pour obtenir un écoulement constant ; c'était probablement à l'aide d'un trop plein ou en prenant un vase très large muni d'un faible orifice. Dans la première clepsydre décrite, un flotteur muni d'une crémaillère faisait tourner un pignon denté, mais le mécanisme ne s'arrêtait pas à cela :

D'autres règles et d'autres tambours, munis de dents de la même manière, animés d'un mouvement commun, produisent en tournant différents effets et espèces de mouvements, font mouvoir des figures, tourner des tiges, tomber des cailloux avec production de son, sonner des trompettes et d'autres choses accessoires.

L'invention des coucous, on le voit, est fort ancienne, et les horloges de Ctésibius n'avaient rien à envier aux horloges du moyen-âge, sous le rapport des mouvements variés produits par le moteur principal. Du reste, en lisant les œuvres de Héron, élève de Ctésibius, dont M. de Rochas vient de publier une nouvelle traduction, on est frappé de l'ingéniosité déployée dans la construction d'une foule d'appareils de physique amusante, automates... dignes d'avoir été imaginés par Robert Houdin, qui a emprunté aux deux physiciens d'Alexandrie le principe de sa bouteille merveilleuse. Les cailloux tombant dans un bassin, à un moment donné, ont été évidemment les premières sonneries des horloges anciennes et servaient à inscrire en même temps le temps écoulé. Vitruve indique le même mode d'inscription dans un autre appareil dont il sera question plus loin.

On est souvent étonné quand il est parlé de l'horloge envoyée en l'an 800 par le kalif Aroun-al-Raschid à Charlemagne; mais pour l'horlogerie comme pour la plupart des autres applications scientifiques, les Arabes n'ont été que les héritiers des Grecs d'Alexandrie. La perfection apportée dans la construction de ces appareils à l'époque de Ctésibius et de Héron, plus d'un siècle avant Jésus-Christ, nous fait voir à quel degré d'habileté étaient parvenus les artistes grecs et égyptiens, dans la confection des machines, ainsi que des appareils de physique et d'astronomie ; on s'explique ainsi les grands progrès accomplis dans cette dernière science, au point de vue pratique surtout, par les savants Alexandrins.

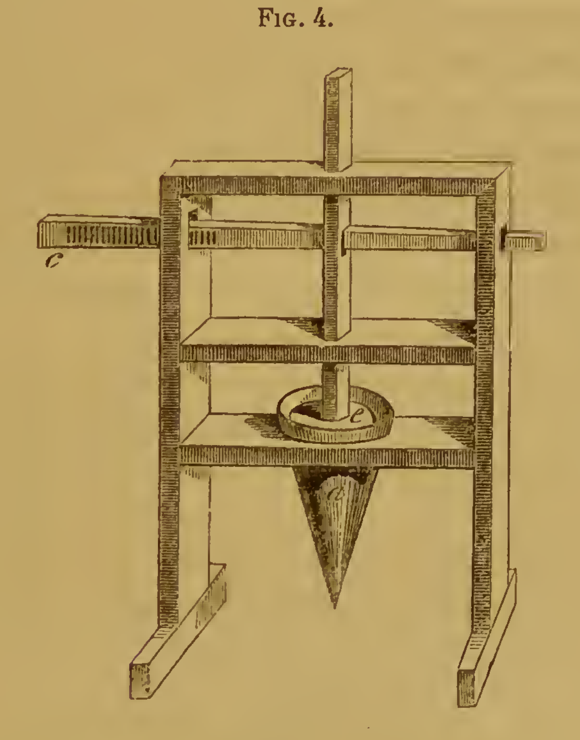
2e *Disposition.* — L'appareil est celui qui est décrit dans la plupart des traités de cosmographie. Le flotteur porte un petit personnage qui s'élève et montre avec une baguette les heures tracées sur une colonne. Pour régler l'écoulement de l'eau, afin de donner une division égale du jour en douze heures, Vitruve indique divers moyens;

mais les descriptions manquent un peu de clarté, surtout par suite du défaut des figures qui accompagnaient le texte :

On prend deux cônes, l'un solide, l'autre creux, tellement façonnés au tour que l'un puisse entrer exactement dans l'autre ; une même règle les éloigne ou les rapproche, en rendant l'afflux de l'eau dans le vase rapide ou lent ; c'est l'adjonction ou l'enlèvement de coins qui permet d'obtenir des heures plus ou moins longues, suivant les jours et les mois. C'est par ces moyens mécaniques que sont construites les horloges à eau en usage pendant l'hiver.

Dans la traduction de M. Maufras se trouve donnée la figure suivante (fig. 4) comme réalisation de l'appareil produisant cet écoulement variable : *a* est le cône creux dans lequel pénètre le cône plein *e*, qu'on peut soulever ou abaisser

Fig. 4.

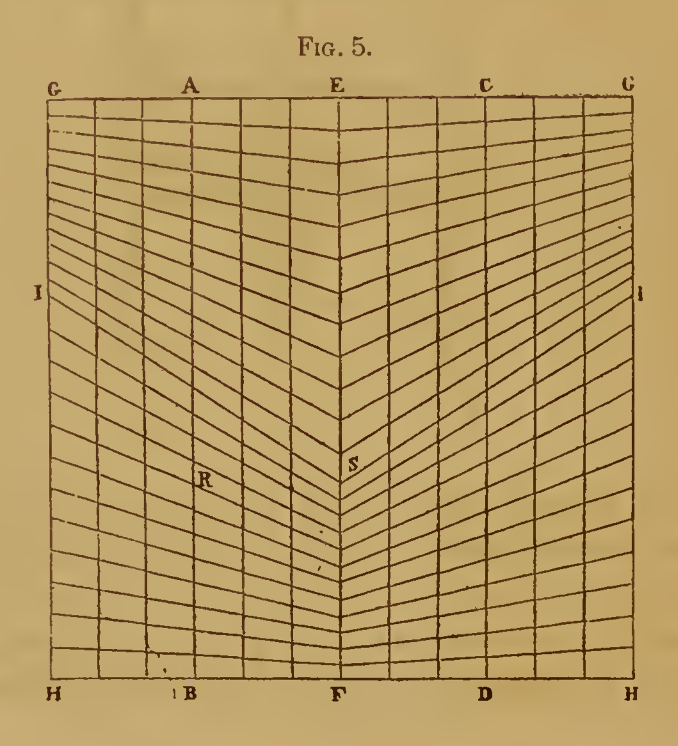


à l'aide de la tige *c*, taillée en forme de coin et passant dans une entaille convenable percée dans la tige qui soutient le cône *e*. Le cône *a* devait être placé à la partie inférieure d'un vase à niveau constant, ou bien si *a* servait lui-même de vase, l'eau devait y arriver en quantité suffisante pour

être maintenue à l'aide d'un trop plein à un niveau constant. L'écoulement le plus lent devait avoir lieu lors du solstice d'été et le plus rapide au solstice d'hiver, pour faire parcourir à l'index l'espace des douze heures du lever au coucher du soleil. Mais comment faisait-on pour la nuit, les heures variant en sens inverse de celles du jour? Arrêtait-on l'appareil, ou bien mettait-on le cône dans la position correspondant au même jour, à six mois de distance? Il fallait, en outre, régler le cône tous les matins et mettre l'appareil en marche dès le lever du soleil, ce qui était loin d'être pratique, ni commode.

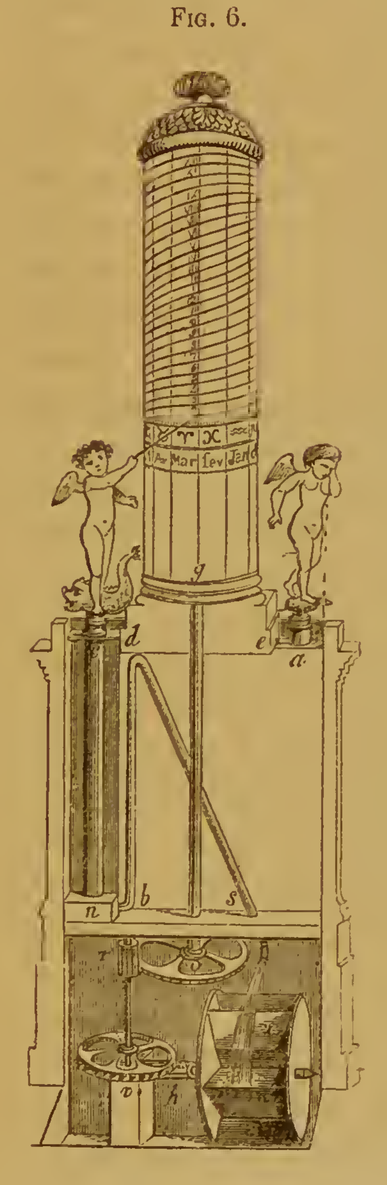
Le deuxième procédé donné par Vitruve consiste à marquer, sur la colonne des heures, la division correspondant aux divers jours de l'année et à donner à cette colonne une rotation entière pendant une année. Le problème avait été résolu avec autant de simplicité que d'élégance par Ctésibius, en se servant de l'eau même qui avait fait monter le personnage indicateur dans l'intervalle d'un jour entier, à faire faire au cylindre 1/366e de tour. Dans le même ouvrage se trouve représentée la clepsydre de Ctési-

Fig. 5.



bius. Pour le tracé des heures sur le cylindre (fig. 5), on divise la surface déroulée en douze parties par des génératrices équidistantes. Si A B et C D correspondent aux jours de l'équinoxe, on les divise en douze parties égales; pour les jours des solstices, on les divise en deux parties G I et IH, E S et S F, correspondant à la plus longue nuit et au plus long jour, et réciproquement; chacune de ces parties est divisée en douze parties égales, et en menant des lignes obliques, on aura les longueurs des jours pour les autres jours de l'année, et, par conséquent, les courbes horaires sur le cylindre.

Fig. 6.



Pour la clepsydre elle-même, l'eau destinée à l'alimenter coule goutte à goutte, sous forme de larmes, des yeux d'un des enfants placés au pied de la colonne, après avoir été amenée dans le pied de cet enfant; de là cette eau se rend dans un canal vertical placé à gauche, qui se remplit peu à peu et soulève le flotteur *n a*, lequel porte au-dessus une figurine montrant les heures sur la colonne à l'aide d'une baguette. Celle-ci tourne d'un tour entier en 366 jours. Dans ce but, quand le tube *b d* est plein d'eau, il se vide rapidement par l'action d'un siphon s'amorçant spontanément; cette eau tombe sur la roue *x*, qui, composée de six caisses, fait un tour entier en six jours. Le pignon *h*, fixé sur son axe, ayant 10 dents, actionne la roue *v* qui a 60 dents; le pignon *r*, fixé sur cette roue, ayant 6 dents, agit sur la roue *o* qui en a 61; donc, en un

jour la roue x tourne d'un $\frac{1}{6}$ de tour ; la roue v de $\frac{}{6} \times \frac{10}{60} = \frac{1}{36}$ et la roue o de $\frac{1}{36} \times \frac{6}{61} = \frac{1}{366}$.

3e *Disposition.* — La troisième forme de clepsydre, donnée par Vitruve, est plus difficile à bien comprendre, surtout sans figures, peut-être à cause d'altérations du texte. Comme disposition principale, on trouve un réservoir dans lequel se rend l'eau ; un flotteur est suspendu à une chaîne de cuivre flexible qui s'enroule autour d'un tambour et porte à son autre extrémité un contre-poids ; c'est ce tambour qui, muni d'un index, indique par suite de sa rotation les heures sur un cadran fixe.

Relativement au changement de longueur des jours et heures, il semble résulter de ce que dit Vitruve qu'en avant du tambour mobile étaient fixés 12 circonférences de cercle réunies au centre par des alidades, et sur lesquelles étaient tracées les heures correspondant aux 12 mois. Sur le tambour devaient se trouver tracés les 12 signes du zodiaque, probablement suivant un cercle excentrique, avec 365 ouvertures correspondant à chaque jour de l'année ; un clou, dont la tête représentait le soleil, se plaçait chaque jour dans un autre trou, de manière à correspondre successivement aux divers cercles horaires placés en avant. Le clou était ainsi déplacé en sens contraire du mouvement du cylindre, de manière à faire un tour entier en un an ; donc, en réalité, le jour ainsi marqué était le jour solaire plus long en moyenne de 4 minutes que le jour sidéral.

4e *Disposition.* — Vitruve indique enfin un dernier procédé analogue au premier pour produire un écoulement variable de l'eau, qui, évidemment, devait être employé avec un seul cadran fixe pour les heures ; c'est une sorte de robinet de réglage avec une tête divisée en 365 parties, et un index fixé sur la boîte du robinet ; en tournant ce robinet, on permettait à l'eau destinée à remplir le bassin de s'écouler plus ou moins vite, et par conséquent au flotteur de s'élever de la même manière. La rotation du

cylindre était plus lente quand l'eau arrivait lentement, ce qui donnait des heures plus longues pendant les jours d'été. Que faisait-on pendant la nuit ? Probablement le bassin se vidait seul par un siphon quand l'aiguille atteignait la douzième heure. Arrêtait-on l'eau, ou bien prenait-on, comme il a déjà été dit plus haut, pour la nuit, la division diamétralement opposée en tournant le robinet de 180° ? Peut-être le bassin, en se vidant spontanément, produisait-il un son ou un bruit suffisant par suite de l'écoulement de l'eau pour avertir qu'on devait tourner le robinet de 180° ; cela semble plus rationnel que d'admettre que l'on ne laissait couler l'eau que pendant le jour et que l'on ouvrait le réservoir le matin juste au lever du soleil, ce qui aurait été même impossible pendant l'hiver, quand celui-ci était caché, ces sortes d'horloges étant destinées surtout à servir l'hiver, quand on ne pouvait consulter les cadrans solaires.

En résumé, l'on voit que les appareils destinés à donner la division du temps à l'époque de Vitruve étaient arrivés à une assez grande perfection, soit sous forme de cadrans solaires, soit sous forme de clepsydres ; de plus, l'habitude de diviser chaque jour en 12 heures, depuis le lever jusqu'au coucher du soleil, avait contribué à augmenter notablement les difficultés que présentent les problèmes du tracé des cadrans solaires et la confection des clepsydres. Toutefois, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, ce système défectueux n'était applicable que dans des pays assez peu élevés en latitude pour que la différence des jours les plus longs aux plus courts ne fut guère que de 2 à 3 de nos heures, ce qui donnait déjà cependant un quart-d'heure de différence pour chaque heure ancienne aux deux jours des solstices.

CHAPITRE V.

MÉCANIQUE.

Principes généraux de mécanique.

Le livre X du Traité de Vitruve est consacré tout entier à la description de toutes les machines employées, tant dans la vie civile, que dans l'art militaire. Les éléments de la plupart de ces machines étaient comme aujourd'hui, le levier et la poulie, où existent les mouvements rectiligne et curviligne avec leurs transformations réciproques. Il divise les machines en trois espèces principales :

1° Les machines servant à monter, nommées *scansorium* et en grec ἀκροβατικὸν

2° Celles qui ont pour principe la pression de l'air, ou en grec πνευματικὸν ; ce sont les soufflets, les pompes, les orgues, et les divers appareils imaginés par les physiciens d'Alexandrie.

3° Celles qui sont destinées à soulever les fardeaux, nommées βαροῦλκον.

Pour le premier genre, Vitruve en dit très peu de choses :

Les scansorium sont des machines disposées de telle sorte qu'à l'aide de poutres dressées et de traverses, on puisse, sans danger, s'élever pour

examiner les préparatifs (probablement d'attaque)... Il faut plus de courage que d'adresse pour se servir de ces machines soutenues par des chaînes, des traverses, des liens entrelacés, des arcs-boutants.

Ce devait être probablement des sortes d'échelles articulées, analogues à celles qu'on emploie aujourd'hui dans les incendies et destinées à servir dans les sièges, soit aux assiégeants pour voir pardessus les murs, soit aux assiégés pour découvrir les travaux des premiers. Il n'en est plus question dans le reste de l'ouvrage ; d'après d'autres interprétations, ce serait des échafaudages ; mais alors Vitruve en aurait plutôt parlé à propos des constructions.

Il divise aussi les machines en deux classes d'après la force nécessaire pour les mouvoir :

Les unes se meuvent μηχανικῶς, et les autres οργανικῶς. Entre les *machinæ* et les *organa*, il me semble qu'il y a cette différence, que les *machinæ* demandent pour produire leur effet plus de bras et de force, comme les balistes et les arbres des pressoirs ; les *organa* maniés adroitement par un seul homme remplissent leur but ; tels sont les scorpions et les anisocycles, (probablement les arbalètes et les sarbacanes).

Le mouvement circulaire qui existe dans la plupart des machines, Vitruve le croit pris par les hommes dans la nature, dans l'observation du mouvement circulaire du monde, du soleil, de la lune et des cinq planètes. Le mécanisme qui produisait leur mouvement propre devait, en effet, paraître bien surprenant aux anciens ; et il est resté inexpliqué, en effet, jusqu'à ce que la cause en ait été donnée seulement par Newton.

Comme Lucrèce le fait remarquer aussi, c'est d'après Vitruve la nécessité qui a conduit les hommes à l'invention des premières machines :

Le nécessité suggéra la première invention, le vêtement; elle apprit à entrelacer à l'aide de machines la chaîne et la trame, pour protéger le corps en le couvrant, et encore pour servir à son ornement. Nous n'aurions pas eu les vivres en abondance, si l'on n'eût inventé pour les bœufs et toutes les bêtes de sommes, le joug et la charrue. Sans les moulinets, les pressoirs, les leviers,

nous ne pourrions faire la liqueur extraite de l'olive, ni du fruit de la vigne. Comment pourrait-on les transporter sur terre, si l'on n'avait inventé les chariots et les voitures, et sur mer, les vaisseaux?

Le contrôle que permet l'emploi des balances, des trébuchets et des poids, empêche la fraude et introduit la probité dans les relations. Il existe encore une infinité d'autres machines, dont il semble inutile de parler, parce-qu'elles sont d'un usage journalier, comme les roues, les soufflets de forge, les carrosses, les voitures, les tours et toutes les autres qui sont d'un emploi habituel. Je me contenterai d'expliquer ici celles dont on se sert plus rarement.

Il paraît néanmoins plus que problématique que ce soit l'observation du mouvement circulaire du ciel, et encore moins le mouvement propre des astres du système solaire qui ait dirigé les hommes dans l'invention des premières machines ; car ces machines sont, pour ainsi dire, intuitives, et ont été employées bien avant que l'on ait possédé les moindres notions de cosmographie. Ainsi qu'aujourd'hui on le constate encore, les sauvages et même les animaux ont, pour ainsi dire, dans leurs actions le sentiment du principe du levier. Mais cette idée de Vitruve est la conséquence des idées d'Aristote, qui considérait le mouvement circulaire et uniforme comme le plus parfait des mouvements.

La démonstration des principes de l'équilibre des forces appliquées aux machines est plutôt intuitive que rigoureuse, et repose uniquement sur le principe du levier, et même du premier genre, dont Vitruve cite un grand nombre d'applications. Quant à la démonstration du principe du levier, il la donne, pour ainsi dire, comme un fait expérimental. On reconnaît toutefois qu'il a le sentiment du principe des vitesses virtuelles, ou de la constance du produit de la force par le chemin parcouru par le point d'application.

Vitruve montre d'abord que toutes les machines ne sont qu'une combinaison, grâce aux câbles, de transformations de mouvements rectilignes et circulaires :

Les machines doivent leurs mouvements et leurs propriétés à la coexistence de deux choses différentes et dissemblables; les principes de ces appareils dépendent de deux effets, l'un du mouvement rectiligne, appelé par les Grecs εὐθεῖα, l'autre du mouvement circulaire appelé κυκλωτῇ ; mais sans rotation les mouvements rectilignes, ni sans celui-ci, les rotations ne peuvent produire l'ascension des fardeaux.

C'est ce qu'il explique d'abord par la description de la chèvre, dont il sera parlé plus loin. De même dans l'emploi du levier qui sert à soulever les fardeaux ; ce levier semble être coudé à la partie inférieure, avec le sommet de l'angle placé sur un support résistant, nommé en grec ὑπομόχλιον ; car il appelle *lingula* la partie placée sous le fardeau. Vitruve explique également que l'on peut déplacer le fardeau, mais plus difficilement, en soulevant l'extrémité de la grande branche (caput) au lieu de l'abaisser ; il considère le sol comme agissant de la même manière que le fardeau précédemment, et celui-ci comme le point d'appui. Il énonce en réalité le principe du levier du second genre, mais sans expliquer pourquoi, en vertu du rapport des bras du levier, l'effort à exercer dans ce cas doit être plus considérable.

Il justifie le principe du levier par l'emploi de l'espèce de balance, que nous appelons romaine et lui *statera* :

C'est ce qu'on peut reconnaître dans les balances nommées statères ; l'anse est plus rapprochée de la tête où est suspendu le bassin et sert de centre ; le contrepoids est déplacé dans l'autre partie du fléau, le long des divisions de plus en plus loin jusqu'à l'extrémité, et rétablit l'équilibre malgré son poids moindre, par suite de sa plus grande distance au centre du fléau. Ainsi la faiblesse du contrepoids, acquérant une plus grande force par le moment de son poids, sans violence et peu à peu, force le poids opposé à s'élever.

Vitruve cite ensuite comme exemples du levier la barre du gouvernail, l'effet des voiles qui agissent avec d'autant plus d'énergie qu'elles sont placées plus haut. Mais il y a là une erreur ; car dans ce cas, le mouvement produit est

rectiligne, et cet effet est dû, comme on le sait, à ce que le vent est plus intense à une certaine distance du sol; seulement de hautes voiles peuvent avoir plus d'influence sur le tangage des navires. Pour les rames, Vitruve indique également que plus elles sont longues, plus elles agissent pour accélérer la vitesse du bateau; mais il ne reconnaît pas qu'il y a là, en réalité, un levier du second genre, le point d'appui étant l'eau, dans laquelle se déplace l'extrémité de la rame.

Outre l'action du levier pour déplacer les fardeaux, Vitruve connaissait le principe de la composition et de la décomposition des forces parallèles, sur lequel on s'appuie pour l'équilibre du levier. Il cite à cet effet le procédé employé pour transporter les fardeaux; on les suspendait à des brancards portés sur les épaules par plusieurs hommes. Seulement il recommande de bien placer le fardeau au milieu et de retenir par des chevilles les courroies qui servent à le suspendre:

Car, dit-il, si le fardeau s'écarte du centre, il pèse davantage sur l'épaule de celui dont il s'est rapproché, comme agit dans la statère le poids qui est poussé avec l'index vers l'extrémité du fléau.

De même, les bœufs exercent la même traction quand les jougs sont réunis au milieu par des courroies; s'ils ont des forces inégales, et que l'un l'emporte sur l'autre, à l'aide d'une courroie, on rend une partie du joug plus grande que l'autre, et on soulage de cette façon le bœuf le plus faible. Ainsi donc, quand dans les jougs et les brancards, les courroies ne sont pas fixées au milieu, mais s'en écartent, elles rendent une partie plus grande que l'autre; si autour de ce centre, par lequel passent les courroies, les deux extrémités décrivent des circonférences dans le même rapport, la partie la plus longue parcourt un plus grand cercle, et la plus petite un cercle moindre.

Cette dernière remarque renferme implicitement l'énoncé du principe des vitesses virtuelles, dont Vitruve cependant ne conçoit pas toute la portée; mais il comprenait bien que les forces dans les machines en équilibre, sont en raison inverse du chemin parcouru par les points d'application, comme le prouve ce qui suit :

De même que les roues moindres ont des mouvements plus durs et plus difficiles, de même les brancards, dans lesquels l'intervalle du centre à l'extrémité est moindre, pèsent plus sur les épaules des porteurs; le côté le plus long, au contraire, paraît plus léger à ceux qui tirent et portent. Puisque donc ces appareils reçoivent leurs mouvements par suite des distances et des rotations par rapport au centre, de même les chariots, les voitures, les tympans, les roues, les vis, les scorpions, les balistes, les pressoirs et les autres machines, mues suivant les mêmes rapports de la distance au centre du cercle décrit, produisent les effets qu'on se propose d'obtenir.

Des machines propres à soulever et déplacer les fardeaux.

Vitruve indique la construction de diverses machines destinées à soulever les fardeaux, employées évidemment dans les constructions et analogues à celles qui sont encore en usage aujourd'hui; les expressions grecques dont il se sert montrent que ces machines avaient déjà dû être employées par les Grecs peut-être déjà dans la construction de leurs magnifiques temples.

La première machine décrite est une sorte de chèvre; elle est formée de trois poutres réunies en haut par une cheville, écartées par le bas, et maintenues à l'aide de cordes fixées à leur tête. Au sommet, on place un moufle, nommé *trochlea* ou *rechamus*, formé de deux poulies superposées; on y joignait une poulie mobile. Le câble dont une extrémité était fixée à la poulie mobile, après avoir passé sous cette poulie, et au-dessus des deux poulies du moufle supérieur, allait s'enrouler sur un treuil placé entre deux des poutres formant la chèvre; ce treuil était mis en mouvement à l'aide de leviers introduits dans des cavités percées dans sa tête, comme on le fait encore aujourd'hui. Les pierres destinées à être soulevées portaient deux trous dans lesquels pénétraient les extrémités des branches d'une sorte de pince de fer suspendue au moufle inférieur, système employé encore aujourd'hui dans les sonnettes à tiraude destinées à enfon-

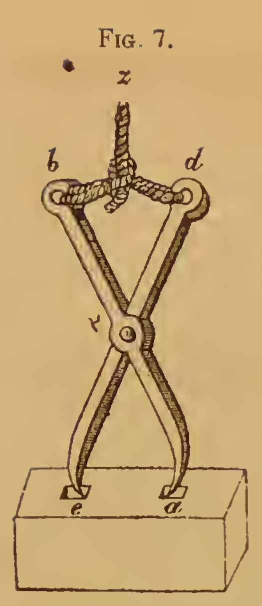


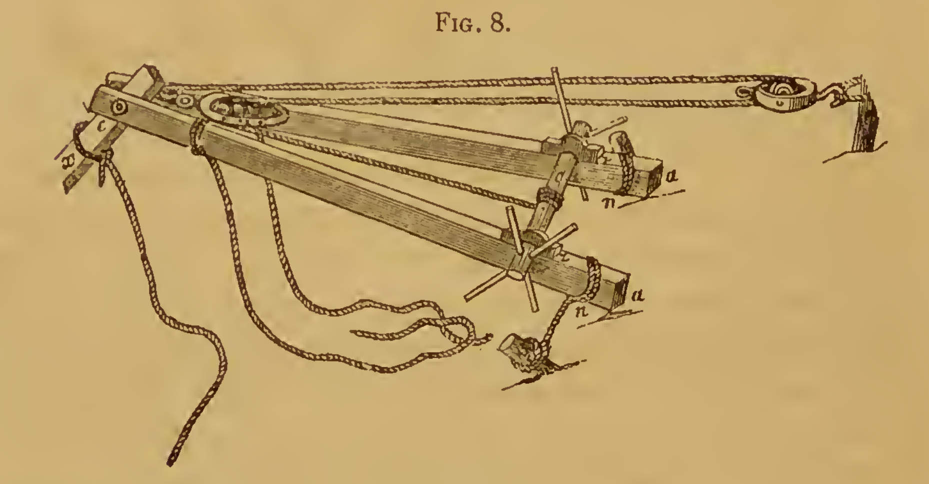
Fig. 7.

cer les pilotis, comme le représente la fig. 7; le câble *z* est fixé à la poulie inférieure, et la traction en rapprochant les deux branches qui tournent autour d'un boulon, maintiennent suspendue la pierre à l'aide des deux branches pénétrant dans les cavités *a* et *e*. Le moufle formé de trois poulies dont deux sont fixes et l'une mobile se nomme tripastos, et l'on nomme pentapastos celui dans lequel il y a trois poulies fixes et deux mobiles.

Si l'on doit se servir de la chèvre pour soulever de très gros fardeaux et lui donnera de plus grandes dimensions, et on emploiera le procédé suivant pour la dresser :

On fixera par des cordes une poulie au sommet de la machine ainsi que l'extrémité d'un câble ; plus loin à un pieu est attachée une poulie. Le câble passe autour de la circonférence de cette dernière, revient à la poulie du sommet de la machine, qu'il entoure, puis il redescend et se rend au

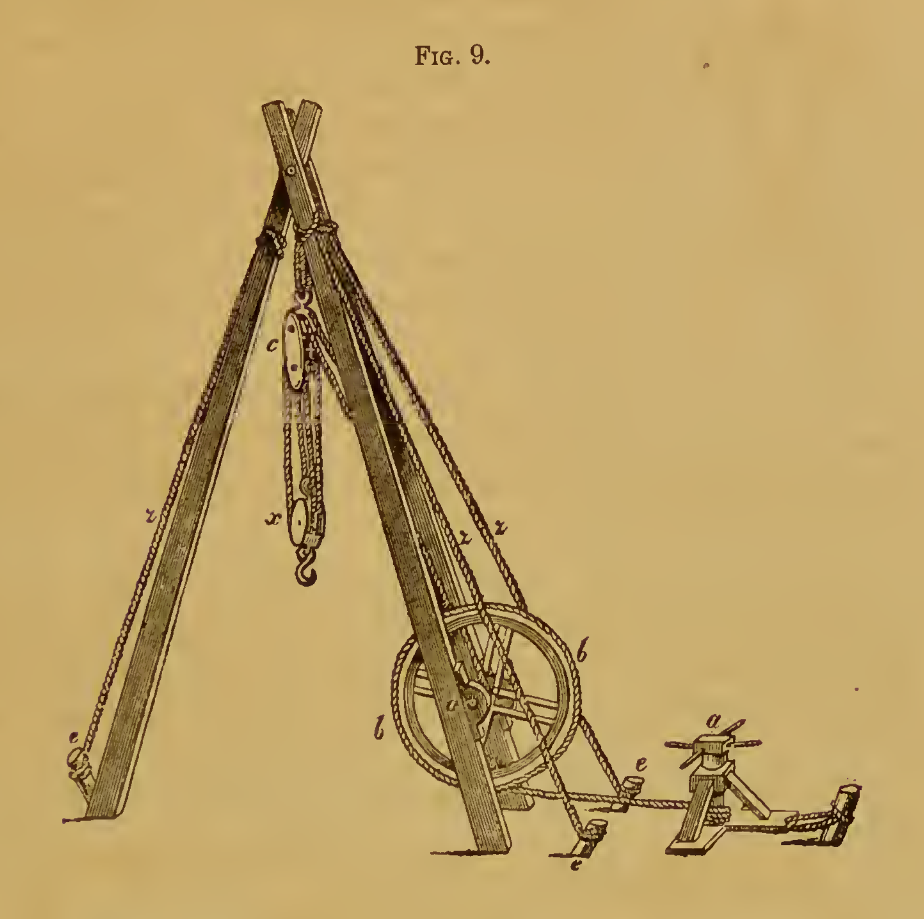
Fig. 8.



treuil que porte vers le bas la machine où il est attaché. On tourne le treuil à l'aide de leviers et la machine est ainsi relevée ; à l'aide de câbles disposés tout autour, et de liens attachés à des pieux, la machine est fixée plus solidement. On place ensuite les moufles et les câbles, comme il a été dit plus haut.

La fig. 8 donne, d'après la traduction de M. Maufras, l'idée de la disposition indiquée par Vitruve.

Fig. 9.



Celui-ci indique encore divers procédés pour soulever les fardeaux très lourds avec la même chèvre, quand l'emploi d'un simple treuil est insuffisant. On prend deux moufles l'un fixe, l'autre mobile. Le moufle supérieur renferme quatre poulies, et le moufle inférieur deux.— Le milieu d'un câble passe dans l'anneau médian du moufle inférieur, où il est lié par des ficelles, de manière à ne pouvoir glisser ; puis les deux brins passent successivement sur les poulies du moufle supérieur et inférieur pour aller enfin se fixer tous deux sur un treuil. Celui-ci est mis en mouvement à l'aide d'une corde enroulée sur une sorte de tambour et tirée au moyen d'un cabestan, comme le montre la figure 9 extraite du même ouvrage. Vitruve indique également

l'emploi des roues à cheville ou d'un tambour dans lesquels des hommes en marchant (calcantes) font tourner un treuil, comme cela se pratique encore dans les carrières des environs de Paris. Il donne cette dernière disposition comme très avantageuse, ce qui prouve que les anciens avaient déjà constaté qu'un des moyens les plus profitables pour utiliser le travail de l'homme consiste à lui faire monter son propre poids.

Vitruve décrit, en outre, une autre machine qui a servi de type à la construction des grues.

Il existe un autre genre de machine, dit-il, assez ingénieuse, très expéditive, mais elle ne peut être dirigée que par un homme adroit. Elle se compose d'une poutre dressée et retenue de quatre côtés par des câbles; elle porte en haut des anses dans lesquelles on fixe un moufle....

Ce moufle est formé, comme le moufle mobile par la réunion de neuf poulies dont trois sur le même axe, et trois superposées dans la même chape. Trois câbles parallèles indépendants forment ainsi vingt-un brins entre les deux moufles. Arrivés au bas de la machine, ils passent dans un moufle formé de trois poulies tournant sur le même axe et formant poulie de renvoi; chaque câble enfin est tiré par un ou plusieurs hommes.

Ainsi, dit il, trois rangées d'hommes, sans cabestans, élèvent promptement un fardeau au sommet. Ce genre de machine se nomme *polypastos*, parce que, grâce aux nombreuses poulies, elle procure autant de facilité que de promptitude. L'emploi d'une seule poutre présente cette utilité, que, en l'inclinant auparavant autant qu'on veut, à droite ou à gauche, on peut déposer le fardeau vers les côtés.

Quoique le sens ne soit pas très net, ni facile à saisir, il semble résulter de ce passage, qu'on pouvait en relachant ou resserrant les câbles qui soutenaient la poutre, non-seulement l'incliner, mais aussi la faire tourner, et s'en servir comme on le fait des grues aujourd'hui. Ce qui suit, le démontre également :

Le principe de toutes les machines, décrites précédemment, sont utiles, non-seulement pour ce but (élever des fardeaux), mais encore pour charger et décharger les navires, les unes droites, les autres couchées, placées sur des pièces de bois mobiles. De même, sans se servir de poutres dressées, mais de machines placées sur le sol, d'après le même principe, et par l'emploi de câbles et de poulies, on peut tirer les navires hors de l'eau.

Ce procédé pour tirer les navires à terre était déjà connu d'Archimède qui, comme le dit Plutarque (vie de Marcellus), à l'aide de poulies et de cordes, au grand étonnement du roi Hiéron, déplaça de cette façon une galère chargée d'hommes et déjà tirée à terre; il s'était contenté, s'étant assis à terre, à quelque distance, sans effort de tirer doucement le bout d'une corde passant dans une machine formée de plusieurs poulies; il amena ainsi à lui la galère qui glissait aussi facilement que si elle se fût trouvée sur l'eau.

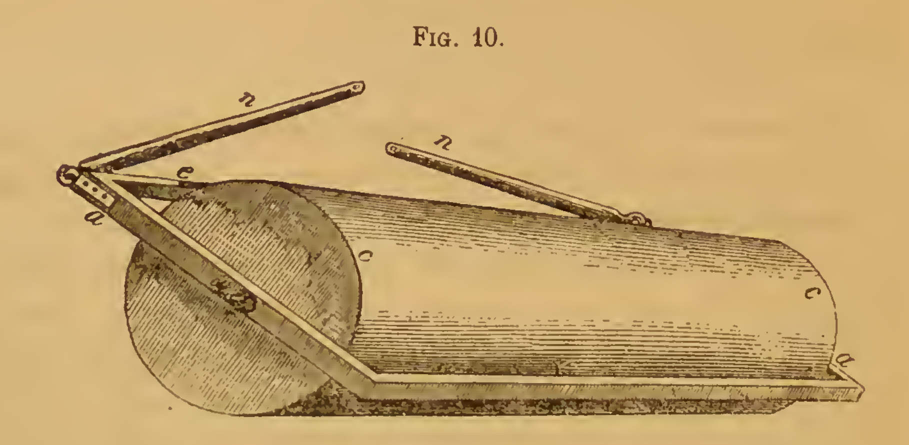
Il y a évidemment un peu d'exagération dans le récit de Plutarque; probablement la galère avait été placée d'avance sur des rouleaux de bois; la même exagération existe aussi dans la description des moyens employés par Archimède, dans la défense de Syracuse, comme de soulever à l'aide de griffes de fer les navires ennemis pour les laisser retomber, ou de les incendier à l'aide de miroirs concaves. Les Romains, pour se faire valoir, n'ont pas manqué, dans cette circonstance, comme dans d'autres, d'exagérer la grandeur des difficultés qu'ils ont eu à vaincre.

Pour terminer ce qui est relatif aux machines destinées au transport des fardeaux, Vitruve indique des dispositions particulières qui furent employées dans la construction des temples d'Ephèse pour le transport des colonnes et des architraves, depuis la carrière jusqu'au chantier.

L'architecte Chersiphon, craignant qu'en chargeant les futs des colonnes sur un chariot, les roues ne vinssent à s'enfoncer à cause de la grandeur du poids et du défaut de solidité du sol, eut l'idée de placer ces colonnes sous forme de rouleaux, dans un chassis rectangulaire, dont deux

côtés opposés recevaient les tourillons fixés dans la colonne ; ce chassis était ensuite tiré par des bœufs. La figure 10 donne une idée de cette disposition.

Fig. 10.



Pour le transport des architraves, son fils Métagène employa un procédé analogue ; quoique la description que donne Vitruve de l'appareil ne soit pas très claire, il semble que Métagène ait enfermé les extrémités des architraves dans deux roues de douze pieds : des boulons fixés dans la pierre au centre de ces roues devaient tourner, comme précédemment, dans les deux côtés opposés d'un cadre rectangulaire traîné par des bœufs. Vitruve fait remarquer toutefois que la distance à parcourir n'était pas grande, et le chemin toujours plan et non incliné. Pour donner une idée nette de cette disposition, Vitruve cite les rouleaux qui servent dans les palestres à aplanir les allées, ce qui prouve que le macadam, n'est pas, quant à son principe, d'invention moderne.

Enfin, il mentionne encore, à ce sujet,que de son temps, un archictecte Romain, nommé Paconius ayant à transporter un énorme bloc de pierre devant servir de piédestal à une statue d'Apollon, voulut employer un procédé semblable à celui de Métagène.

Il fit faire des roues d'environ quinze pieds et y renferma les deux bouts de la pierre ; tout autour de celle-ci, il disposa circulairement des fuseaux de deux pouces de grosseur allant d'une roue à l'autre, à un pied de dis-

tance l'un de l'autre. Il enroula un cable autour de ces fuseaux qu'il fit tirer par des bœufs. A mesure que le cable se déroulait, il faisait tourner les roues ; mais il ne pouvait déplacer la machine en ligne droite, et la faisait dévier d'un côté et d'autre. Il fallait reculer sans cesse. Ainsi, à force d'avancer et de reculer, Paconius épuisa toutes ses ressources, au point de devenir insolvable.

Evidemment l'insuccès de la machine de Paconius tenait à ce que la traction n'était pas centrale ; mais avec quelques perfectionnements il aurait pu arriver à son but.

En résumé, on voit que les anciens connaissaient très bien l'emploi des trois machines simples, le levier, le treuil, et les poulies simples et composées ; même ils étaient arrivés à faire des moufles de formes très variées ; il est évident qu'ils connaissaient et employaient aussi le plan incliné.

Machine destinée à inscrire le chemin effectué par une voiture ou un bateau.

En terminant ce qui est relatif aux diverses machines, Vitruve décrit un compteur très ingénieux destiné à mesurer et enrégistrer le chemin parcouru par une voiture ou un navire. Ce compteur est construit d'après les mêmes principes que ceux qu'en emploie encore aujourd'hui ; Vitruve en attribue l'invention aux anciens ; probablement il était dû à quelqu'astronome ou physicien de l'Ecole d'Alexandrie et avait peut-être servi à mesurer, comme l'avait fait Eratosthène, la distance d'Alexandrie à Syène pour en déduire la grandeur du rayon de la terre, ou la distance de l'île de Rhodes à Alexandrie, comme le fit Posidonius. En voici le principe : l'essieu des roues porte au milieu une petite roue avec une dent saillante. Le compteur, placé dans la voiture, est formé d'abord d'une roue verticale munie de 400 dents, mise en mouvement par la dent de l'essieu ; elle porte également un doigt qui engraine avec une

roue ou tambour horizontal, portant également 400 dents. A chaque dent correspond une ouverture qui traverse la roue et dans laquelle on a mis un petit caillou ; le fond de la boite qui contient cette roue porte une seule ouverture par laquelle tombe un caillou toutes les fois que la roue horizontale a tourné d'une dent ; la seconde roue a fait alors un tour entier, et l'essieu de la voiture 400 tours ; le diamètre des roues étant de 4 pieds, leur circonférence est de 12,56 pieds, et pour 400 tours, le chemin total parcouru est de 5044 pieds que Vitruve estime être 5000 pieds ou mille pas. Ces cailloux, en tombant, sont conduits dans un bassin de cuivre ; le bruit de la chute annonce que l'on a parcouru un mille et le nombre de cailloux tombés pendant une journée indiquera le nombre de milles parcourus. Si on avait eu un moyen de mesurer le temps, on aurait eu la vitesse du véhicule ; mais cette dernière mesure était plus difficile, vu que les clepsydres à eau n'étaient pas transportables, et les sabliers n'étaient pas encore employés.

Vitruve indique la construction d'un appareil analogue destiné à la mesure du chemin parcouru par un navire :

Un axe traverse, dit-il, les parois du navire, ayant ses extrémités hors du navire ; on fixe sur celles-ci des roues ayant quatre pieds de diamètre et portant sur leur circonférence des aubes touchant l'eau ; au milieu de l'axe est fixé un tambour avec une seule dent dépassant la circonférence.

Le reste de l'appareil est identique à celui des voitures.

Ainsi, quand le navire possédera une certaine vitesse, par l'action des rames ou du vent, les aubes qui portent les roues, touchant l'eau, sont poussées en arrière violemment, font tourner les roues, qui à leur tour agissent sur l'axe et celui-ci sur le tambour.....

De là à prendre ces roues comme moyen de propulsion du navire, il n'y avait qu'un pas, mais il fallu du temps pour le franchir. La seule erreur de Vitruve, c'est d'admettre que la vitesse de la roue à la circonférence est exactement égale à celle du navire, tandis qu'elle est sensiblement

moindre ; cependant le principe de cet appareil est celui qui a été utilisé dans le moulinet de Voltmann pour mesurer la vitesse des cours d'eau et dans les anémomètres.

Machines destinées à élever l'eau et Orgues hydrauliques.

Les principales machines destinées à élever l'eau, que décrit Vitruve, sont le tympan, dont on lui attribue l'invention, la Vis d'Archimède, la Pompe de Ctesibius qui n'est autre que la pompe à incendie actuelle ; il y ajoute la description des orgues, qu'il nomme hydrauliques, quoique l'eau n'y joue qu'un rôle peu important.

Tympan. Vitruve indique le procédé employé pour construire simplement le tympan, qui, dit-il, n'élève pas l'eau très haut, mais peut en enlever une grande quantité à la fois. Le tympan, formé de deux cercles de bois parallèles, est fixé au milieu d'un arbre muni de pivots de fer reposant sur deux lames de fer ; on le divise en huit compartiments par des cloisons touchant l'axe et allant jusqu'à la circonférence ; le cylindre qui forme la surface latérale du tympan est formé de planches, dans lesquelles on ménage huit ouvertures de 1/2 pieds pour laisser pénétrer l'eau ; dans l'arbre de couche on creuse huit canaux aboutissant au dehors par l'un des côtés ; on recouvre le tout de poix, comme on le fait pour les navires.

Des hommes le font tourner avec leurs pieds, et puisant l'eau par les ouvertures qui existent sur la circonférence, ils la déversent par les canaux creusés suivant l'axe dans un vase de bois placé au-dessous auquel est adapté un conduit. C'est ainsi qu'on peut se procurer une grande quantité d'eau pour l'arrosage des jardins ou l'approvisionnement des salines.

Il s'agit ici probablement des marais salants placés sur les bords de la Méditerranée, dans lesquels on doit amener l'eau artificiellement par suite de l'absence du flux et du reflux.

Roue à aubes. Pour élever l'eau plus haut, Vitruve indique l'emploi d'une roue à aubes.

Autour de la circonférence de la roue, on place des vases rectangulaires rendus étanches par de la poix et de la cire. De cette façon, quand la roue est mise en mouvement à l'aide des pieds, les caisses pleines élevées jusqu'en haut, en retournant vers le bas, déversent dans un réservoir l'eau qu'elles ont montée.

Vitruve n'indique pas comment on mettait la roue en mouvement à l'aide des pieds, non plus que pour le tympan. Des hommes se tenant à une traverse supérieure par les mains, probablement actionnaient la roue avec leurs pieds, en poussant sur des traverses fixées sur la circonférence. Peut-être les aubes étaient-elles placées sur un des côtés de la roue, et de l'autre y avait-il des chevilles sur lesquelles se soutenaient les hommes qui devaient la faire tourner, ou bien y avait-il une deuxième roue à chevilles.

Noria. Pour élever l'eau encore plus haut, on place sur l'axe d'une roue une double chaîne de fer, descendant jusqu'à l'eau et portant des sceaux d'airain.

Ainsi le mouvement de la roue, en faisant tourner la chaîne autour de l'axe amènera les sceaux en haut ; ceux-ci, quand ils auront dépassé l'axe, se renversent nécessairement et vident dans un réservoir l'eau soulevée.

On voit par ce que dit Vitruve pour la noria, ainsi que pour les autres appareils cités, le tympan, la roue à aubes, que très probablement sur le même axe on fixait une roue à chevilles, extérieure au cours d'eau, qu'un homme mettait en mouvement en montant à l'aide des chevilles.

Des Roues hydrauliques et des Moulins à Farine. Pour faire tourner les roues destinées à élever l'eau, Vitruve dit qu'on peut remplacer les roues mises en mouvement par les pieds, par des roues portant sur leur circonférence des aubes planes, actionnées par le choc du courant d'une rivière.

Ces roues sont évidemment les roues à aubes planes employées dans les chûtes d'eau ou les roues pendantes placées dans les rivières.

Comme application des mêmes moteurs hydrauliques, Vitruve en indique l'emploi comme moteurs des moulins à eau.

Quoique la description de ces derniers soit très succincte et incomplète, on reconnaît qu'ils étaient faits d'après le type conservé jusqu'à nos jours. Ceci prouve que les Romains ne se servaient pas seulement de moulins à bras, que l'usage des moulins à eau était déjà connu. Voici ce que dit Vitruve de l'agencement des moulins :

De la même manière on fait tourner les moulins à eau, dans lesquels la disposition est la même, si ce n'est que à l'une des extrémités de l'axe on fixe une roue dentée. Celle-ci placée d'aplomb tourne dans un plan vertical avec la première ; contre elle est placé un tambour plus petit, également denté (la lanterne de nos moulins), et horizontal ; il contient un axe ayant à son sommet un tenon en fer en queue d'aronde qui soutient une meule. Ainsi les dents de la roue, fixée sur l'arbre en poussant les dents de la roue horizontale, produisent la rotation des meules. Dans cette machine, un entonnoir suspendu au-dessus fournit le blé aux meules, et par suite de la rotation, se trouve ainsi produite la farine.

De la vis qui élève une grande quantité d'eau, mais non très haut.

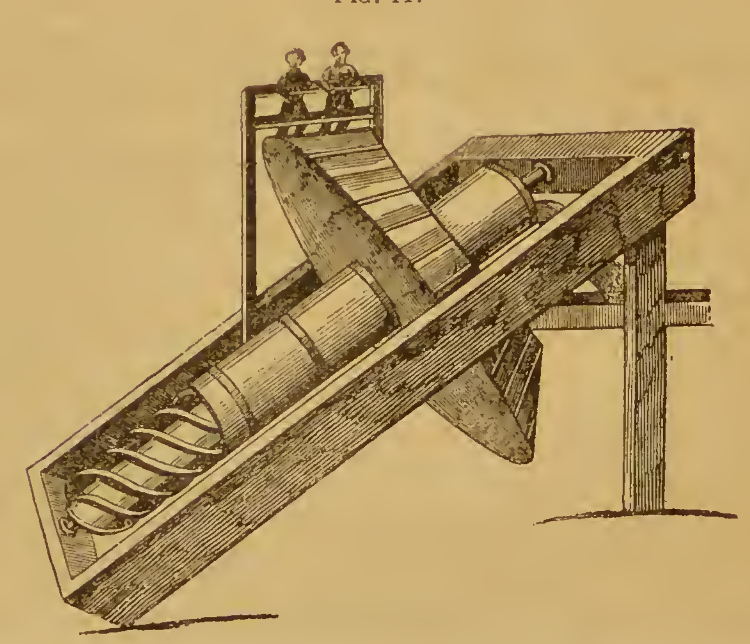
La vis dont il s'agit ici est la vis d'Archimède ; Vitruve indique le procédé employé pour la construire, comme on le faisait probablement dans l'antiquité.

On prend une pièce de bois cylindrique, ayant autant de pieds de longueur que de doigts d'épaisseur (c'est-à-dire 16 fois plus longue que large). On trace sur la surface latérale huit génératrices parallèles, et des cercles parallèles aux bases, séparés les uns des autres par une distance égale à celle qui sépare les génératrices ; puis on marque avec soin tous les points d'intersection. Prenant alors une tige flexible de saule, enduite de poix liquide, on part du pre-

mier point de division et l'on continue à la faire passer obliquement par les intersections successives, de manière à revenir à la génératrice primitive, quand la branche d'osier a passé par huit intersections. D'après les indications de Vitruve, si H est la hauteur, le diamètre du noyau central est égal à $\frac{H}{16}$, et la circonférence à $\frac{\pi H}{16}$; la distance de deux génératrices est $\frac{\pi H}{16 \times 8}$; c'est également la distance de deux cercles; le pas de chaque spire est égale à $\frac{\pi H}{16}$, et il y a par conséquent $\frac{16}{\pi}$ spires dans toute la hauteur ou environ 5. On faisait ainsi 8 spires parallèles ou 8 canaux semblables.

On colle sur les premières baguettes d'autres semblables également enduites de poix, jusqu'à ce que la largeur soit devenue la 1/8 partie de la longueur, c'est-à-dire que les spires héliçoidales aient atteint la largeur du noyau central. On place au-dessus des planches qui enveloppent complètement l'appareil, on les enduit de poix, et on les consolide par des cercles en fer. On fixe aux extrémités des

Fig. 11.



pivots de fer reçus dans des anneaux fixés à un chassis, et des hommes font tourner toute la machine avec leurs pieds.

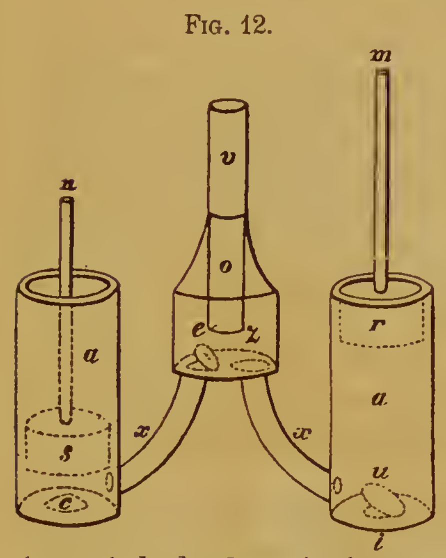
La figure 11 donne une idée de la manière dont des hommes pouvaient faire tourner par leurs pieds la vis d'Archimède.

L'inclinaison donnée à l'axe de la vis était celle qui correspond au triangle rectangle de Pythagore dont les côtés sont 5, 4, 3 ; la tangente de l'inclinaison à l'horizon est donc égale à $\frac{3}{4}$ ou environ 37°, angle moindre que celui de la tangente à l'hélice avec la base du cylindre qui est de 45°, d'après la construction donnée plus haut.

Après avoir décrit les machines faites avec du bois, destinées à élever l'eau, Vitruve passe à la description des machines faites de métal, c'est-à-dire les pompes.

De la machine de Ctésibius, qui élève l'eau très haut.

Fig. 12.



Cette machine n'est autre que la pompe foulante, presqu'identique à la pompe à incendie employée aujourd'hui. Le fut-elle dans ce but pendant l'antiquité ? Ce que l'on sait du moins c'est que ce ne fut que sous le règne de Louis XIV que les pompes à incendie furent introduites en France, et que l'on commença à organiser les compagnies de pompiers. Voici le résumé de la description de Vitruve.

Deux corps de pompes d'airain (fig. 12) *a a* sont munis de deux tubes *x x* qui viennent aboutir à un petit bassin placé au milieu, et dont les orifices sont fermés par des soupapes, empêchant le retour de l'eau dans les corps de pompe. Dans

le fond du corps de pompe sont pratiquées des ouvertures également fermées par des soupapes. Au-dessus du vase médian est fixé une sorte d'entonnoir renversé se prolongeant par un tuyau qui s'élève très haut. Mais Vitruve omet de dire que ce tuyau devait plonger jusqu'à la partie inférieure du réservoir, quoique ce qui suit, donne lieu de penser qu'il en était ainsi.

Ainsi dans les corps de pompe, des pistons, polis au tour et enduits d'huile introduite par le haut, sont mis en mouvement à l'aide de tiges et de leviers; en allant et venant, ceux-ci compriment par leur mouvement fréquent l'air qui y est avec l'eau, tandis que les soupapes ferment les ouvertures ; ils forcent ainsi en augmentant les pressions l'eau à passer dans le réservoir à travers les orifices des tuyaux ; d'où ensuite la cloche inférieure recevant l'air insufflé, chasse et élève l'eau à travers le tuyau. C'est ainsi que, d'un réservoir placé dans un lieu inférieur l'eau est envoyée sous forme de jet.

Il semble bien résulter de ce passage que le tuyau d'ascention devait plonger dans le vase du milieu.

Pour terminer Vitruve ajoute :

Ce n'est pas la seule invention attribuée à Ctésibius ; il y en a d'autres dans lesquelles l'eau poussée par la compression de l'air produit des effets imités de la nature ; telles sont les machines hydrauliques imitant le chant des oiseaux , des petites figures creuses, que déplacent d'autres figures en buvant (peut-être des ludions), et d'autres machines faites pour charmer les sens de l'ouie et de la vue.

Vitruve dit avoir indiqué dans ce chapitre les principales machines hydrauliques utilisées dans la pratique, de même que les horloges dans le chapitre précédent.

Quant aux autres machines faites non pour l'utilité, mais pour le plaisir, ceux qui en désireront connaître le mécanisme ingénieux pourront les trouver dans les ouvrages de Ctésibius.

Il est extraordinaire, comme je l'ai déjà fait remarquer, que Vitruve ne parle que de Ctesibius, dont les œuvres l est vrai, ne nous sont pas parvenues, tandis qu'il ne dit

rien de Héron, ni de Philon de Bizance, les disciples de Ctésibius. Cela prouverait, qu'à Rome, dans les bibliothèques on ne possedait pas tous les ouvrages scientifiques, comme je l'ai déjà dit précédemment; ce que Vitruve donne de géométrie, semble démontrer, en effet, qu'il ne connaissait pas Euclide, qu'il ne cite pas une seule fois, tandis qu'il parle de mathématiciens et d'astronomes moins célèbres.

La figure 12 est, d'après M. Maufras, le croquis de la pompe de Ctesibius, donnée du reste avec quelques modifications dans le traité de Héron traduit par M. de Rochas, dans lequel on trouve la description de la plupart des automates et diverses machines destinées à l'amusement, fondées sur la compression de l'air par des pompes, l'eau ou la chaleur, et la transmission de cette pression à distance, soit directement, soit par l'eau. Il est évident qu'une grande partie de ces machines avait été inventée par Ctesibius.

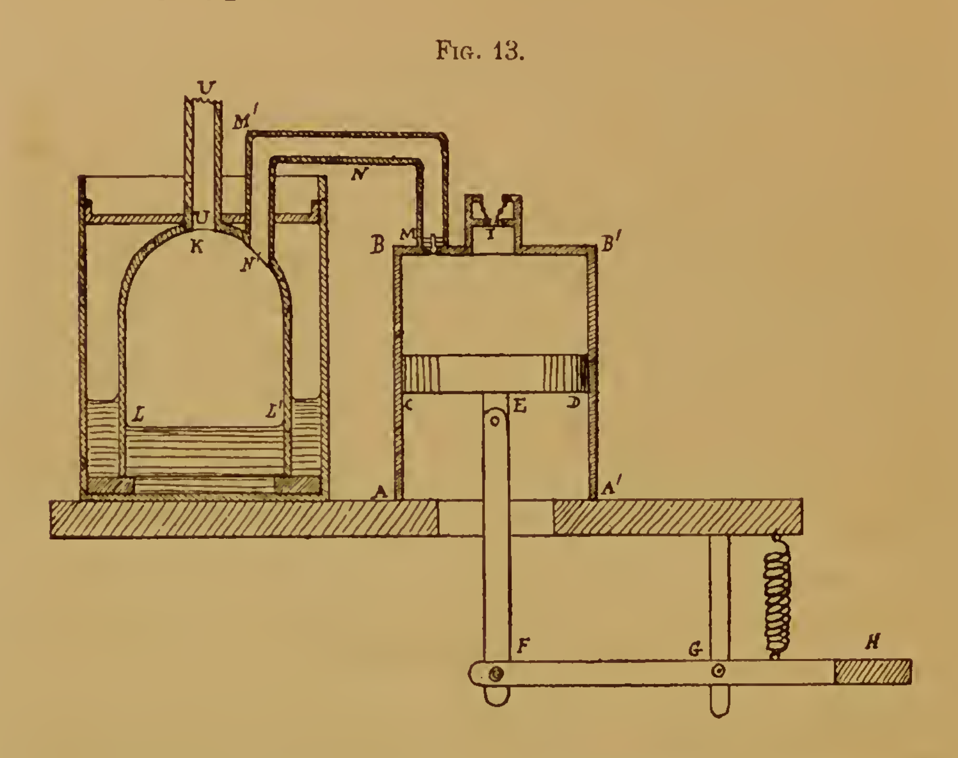
Des orgues hydrauliques.

Ce titre semblerait indiquer un appareil particulier où l'eau sert à produire le courant d'air qui fait parler les tuyaux; il n'en est rien. L'eau n'intervient que comme un moyen d'obtenir un réservoir étanche pour l'air, et sert de régulateur de pression. La description donnée par Vitruve assez mal faite, sans ordre méthodique, avec l'indication de parties accessoires peu importantes et omission d'autres qui le sont plus, est difficile à suivre et à bien comprendre, en l'absence surtout de toute figure; elle devient au contraire très claire, en recourant au traité de Héron, et en particulier à la traduction de M. de Rochas. L'orgue hydraulique de Vitruve, attribué par ce dernier à Ctesibius, y est décrit presque de la même manière, et avec une figure qui aide considérablement à comprendre l'autre texte.

Voici comment on doit concevoir la construction de cet appareil important, vu qu'il a servi de type pour la cons-

truction des orgues employées aujourd'hui ; de plus il a dû jouer un rôle capital dans les progrès de la musique et surtout pour la découverte des principes de l'harmonie et de la musique polyphone.

Fig. 13.



L'appareil se compose de deux parties distinctes, probablement superposées, la première est la partie pneumatique destinée à produire la pression de l'air, la seconde est formée du sommier et des tuyaux. La partie pneumatique (fig. 13) est constituée par une planche de bois, sur laquelle sont fixés un ou plusieurs corps de pompe en bronze, tel que A B A′ B′, fermés à la partie supérieure et ouverts par le bas ; un piston alésé et garni de cuir est mis en mouvement à l'aide de tiges de fer E F G H, réunies au piston à l'aide de charnières. Le fond supérieur porte une ouverture avec une soupape conique I suspendue à l'intérieur par une chaîne ; elle s'ouvre quand le piston descend et se ferme quand il remonte. Vitruve parle à ce sujet de dauphins d'airain placés près de ces ouvertures. Ils servaient probablement d'ornements ; peut-être ces animaux tenaient-ils dans la

bouche les chaînes auxquelles étaient suspendues les soupapes intérieures.

L'air comprimé par ces pompes se rend dans un réservoir formé d'une cloche en forme d'entonnoir renversé, K L L′ maintenue dans un vase cylindrique rempli d'eau et à une certaine distance du fond, grâce à des espèces de dés placés pardessous ; cet appareil constitue en réalité une sorte de gazomètre. L'air pénètre dans cette cloche par un tuyau M N M′ N′ fermé par une soupape, et ressort par le tuyau central U U. Evidemment l'eau joue le rôle de régulateur pour produire un écoulement constant de l'air, étant refoulée hors de la cloche, quand l'air arrive trop abondamment et agissant ensuite pour rendre l'écoulement continu ; c'est juste l'inverse de ce qui se produit dans le réservoir de la pompe foulante. Du haut de la cloche part un tuyau qui distribue l'air dans les divers canaux du sommier de l'orgue.

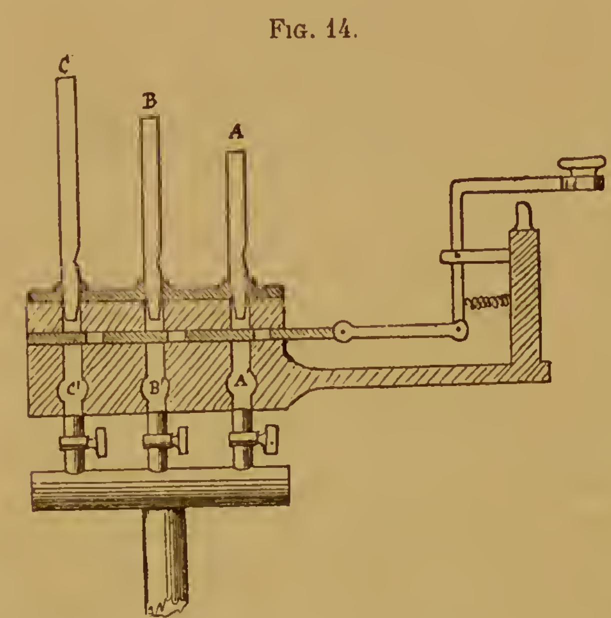
Le sommier est nommé κανὼν μουσικός, et l'orgue *organum hydraulicum*. Le canon est dit tétrachorde s'il y a quatre canaux et par suite quatre rangées de tuyaux, sexachorde s'il y en a six, octochorde s'il y en a huit, c'est-à-dire, 4, 6 ou 8 jeux différents, correspondant parallèlement à divers tuyaux de formes différentes, chaque rangée de tuyaux formant l'analogue d'une des cordes d'un instrument de musique. Chaque canal reçoit le vent d'un tuyau qui peut être fermé par un robinet. Ces robinets correspondent aujourd'hui aux registres qui permettent à l'organiste d'envoyer l'air des soufflets dans les divers jeux de l'orgue. Les touches et le mécanisme qui permettaient de mettre en vibration les divers tuyaux d'un même jeu étaient disposés au contraire comme le sont les registres actuels. La figure 13 représente la disposition que devait avoir le sommier.

Supposons qu'il y ait trois rangées de tuyaux A B C D ; les canaux correspondant à chaque rangée sont A B′ C′ D′. La description de Vitruve est ici très claire :

Chaque canal a un robinet avec une clef de fer, qui, quand on la fait tourner, laisse passer l'air du réservoir dans ce canal. Le long des canaux qui traversent le canon sont disposés des trous correspondant à d'autres qui existent dans la table supérieure appelée en grec πιγαξ. Entre cette dernière table et le canon on place des règles percées de trous de la même façon et enduites d'huile, pour qu'elles puissent facilement être poussées et ramenées en arrière et que l'on nomme pleuritides ; elles servent à fermer les ouvertures des canaux, et leurs allées et venues ouvrent certaines ouvertures et en ferment d'autres.

Ces règles sont munies de ressorts de fer, fixés et joints à des touches, dont le toucher produit le mouvement des règles. Au-dessus de la table, il y a des trous qui reçoivent le vent sortant des canaux, sur d'autres régles sont fixés des anneaux, dans lesquels pénètrent les extrémités de tous les tuyaux.

Fig. 14.



Vitruve néglige de dire que les règles mobiles sont perpendiculaires aux canaux ; mais cela s'entend de soi-même. Aujourd'hui dans les orgues, les robinets sont remplacés par des soupapes manœuvrées par les touches et les tiroirs sont représentés par les règles glissantes de l'orgue de Ctesibius. Par suite actuellement sur un même canal se trouvent placés les tuyaux donnant la même note dans les divers jeux, et sur une même perpendiculaire au contraire les divers tuyaux d'un même jeu ; c'était l'inverse dans l'orgue de Ctésibius.

Alors donc, ajoute Vitruve, quand les touches sont maniées par les mains et agissent continuellement sur les règles, ouvrant et fermant alternativement les ouvertures, elles produisent des sons conformes aux lois de la musique, par les variétés multiples des modulations.

Vitruve avoue que sa description n'est pas très claire ni facile à saisir des personnes qui n'ont pas déjà une certaine compétence.

Si quelques personnes ont peu compris la description, en étudiant l'appareil lui même, sans aucun doute elles trouveront que le mécanisme est très curieux et parfaitement ordonné.

L'orgue était très estimé à Rome du temps de l'empire. Néron, cet empereur aussi artiste que cruel, avait, d'après Suétone, une passion pour l'orgue. On en trouve des représentations sur des monnaies, dans diverses mosaïques, entre autres dans une superbe mosaïque trouvée dans les ruines d'une villa romaine située sur les bords de la Moselle, non loin de Trèves, dans un petit village nommé Nennig, et qui est reproduite sur la première planche.

Le reste du Xe Livre est consacré à la description des machines employées pour l'attaque et la défense des places fortes; malheureusement pour un certain nombre de machines de jet, telles que les scorpions, catapultes, balistes, Vitruve se contente de donner les dimensions des diverses parties, et laisse de côté la description, ce qui, avec le défaut de figures, en rend l'intelligence fort difficile, sans compter la présence d'un grand nombre de mots techniques, presque tous tirés du grec. Quelque soit l'intérêt que présente l'étude des armes de siège employées par les anciens, et quoique Vitruve raconte à cette occasion quelques anecdotes intéressantes, ce sujet est trop en dehors de ma compétence pour que je puisse l'aborder.

CHAPITRE VI.

PHYSIQUE.

On trouve éparses, dans l'ouvrage de Vitruve, diverses notions de physique incomplètes, il est vrai, comme ensemble de doctrine, mais qui donnent quelqu'idée des principes adoptés à son époque.

Parmi les physiciens qui avaient écrit antérieurement sur les phénomènes de la nature, les lois qui les gouvernent, Vitruve cite en particulier (livre IX, chap. VI), Thalès de Milet, Anaxagore de Clazomène, Pythagore de Samos, Xénophanes de Colophon, Démocrite d'Abdère.

Il paraît avoir une estime particuliére pour ce dernier, quoiqu'il ne partage pas ses opinions au sujet de l'existence des atomes de diverses natures. Après avoir cité, dans la préface du Livre IX, parmi les savants auxquels on devrait rendre plutôt des honneurs qu'aux athlètes, d'abord Archi-tas et Eratosthène, à cause de la solution trouvée par eux de la duplication du cube, il parle de Démocrite comme d'un véritable expérimentateur, disant :

J'admire également les ouvrages de Démocrite sur la nature et son commentaire qu'il a appelé Χειροχμητῶν (recueil d'expériences), dans lequel il s'était servi d'un cachet pour marquer avec de la cire rouge toutes les expériences qu'il avait faites lui-même.

J'indiquerai successivement les notions que donne Vitruve sur diverses parties de la physique.

Constitution générale des corps. — Dans diverses parties de l'ouvrage, il est question de la constitution générale des corps ; Vitruve penche, en général, vers les idées d'Aristote, sans toutefois citer ce dernier explicitement ; dans le Livre II, consacré surtout à l'étude des divers matériaux de construction, Vitruve commence dans le Chapitre II, par donner, comme il le dit, les principes des choses, conformément aux opinions des Philosophes.

Thalès, le premier, pensa que l'eau est le principe de toutes choses ; Héraclite d'Ephèse, que l'obscurité de ses écrits fit appeler par les Grecs Σκοτεινος (le Ténébreux), que c'est le feu. Démocrite et son successeur Epicure, nommèrent atomes ce que nous appelons corps insécables, et d'autres non divisibles. L'école des Pythagoriciens ajoute à l'eau le feu, l'air et la terre. Par suite, Démocrite, quoiqu'il n'ait pas désigné les substances, mais ait admis l'existence de corps indivisibles, semble avoir dit la même chose, puisque, quand ces corps sont séparés, ils ne peuvent subir d'altération, ni être augmentés, ni divisés en plusieurs parties, mais conservent à perpétuité et pour l'éternité leur solidité.

On ne voit pas bien quelle raison Vitruve peut avoir pour préférer le système des Pythagoriciens à celui de Démocrite.

Dans l'introduction du Livre VIII, il revient sur la constitution des corps, en développant la théorie un peu différemment et insistant davantage sur les idées de l'Ecole d'Anaxagore.

Thalès de Milet, parmi les sept sages, adopta l'eau comme principe de toutes choses, Héraclite le feu, les prêtres de la secte des mages, l'eau et le feu ; Euripide, disciple d'Anaxagore, que les Athéniens appelaient le philosophe du théâtre, l'air et la terre ; il admettait en outre que la terre fécondée par les pluies célestes, et ayant conçu, avait procréé dans le monde les fœtus des hommes et des animaux ; que toutes les choses qui en proviennent, quand elles se sont dissoutes, forcées par la nécessité de leur durée, y retournent de même que ce qui naît de l'air, retourne dans les régions du ciel ; rien ne se détruit, mais toutes les choses, modifiées par la dissolution, reviennent à la même propriété qu'elles possédaient. Mais Pythagore, Empédocle, Epicharme et d'autres philosophes et physiciens ont émis la proposition qu'il y a quatre principes, l'air, le feu, l'eau et la

terre et que leur cohésion due à une configuration naturelle, constitue les qualités des corps par la différence des genres.

Vitruve revient encore sur cette constitution des corps par les quatre éléments, à l'occasion de l'emploi du mortier c'est-à-dire du mélange de chaux, de sable et d'eau pour relier entre eux les moellons dans les murs ; l'explication qu'il donne de l'adhésion du mortier aux pierres ne pouvait, du reste, être exacte.

Les pierres, comme les autres corps. dit-il, sont formées des mêmes principes ; ceux qui contiennent le plus d'air sont moux ; le plus d'eau, sont rendus, par suite de la présence de ce fluide, flexibles ; le plus de terre, sont durs et le plus de feu, fragiles.

Pour expliquer la transformation des pierres en chaux par la cuisson, et la chaleur développée, quand sur la chaux on verse de l'eau. Vitruve admet que la cuisson a pour effet de faire partir l'eau et l'air, de rendre les pierres poreuses, en leur faisant perdre leur solidité.

Le feu, dit-il, reste à l'état latent, et trempée dans l'eau, avant que le feu n'en soit sorti, cette pierre reprend de la force ; et tandis que l'eau pénètre dans les espaces des pores, cette pierre s'échauffe ; et ainsi refroidie, elle rejette la chaleur en excès.

Il semble donc que la calcination fasse perdre aux pierres l'eau et l'air, comme le démontre la perte de poids de 1/3 environ que signale Vitruve ; puis l'eau enlève l'excès de feu qui était resté ; de là, formation des pores, de cavités dans lesquelles se précipite le sable mélangé à la chaux, ce qui produit la cohésion du mortier utilisée dans les constructions.

Dans le même Livre II, Chapitre IX, à l'occasion des divers bois de construction, Vitruve cherche également à expliquer leurs diverses propriétés par suite d'un mélange, en quantité plus ou moins considérable, des principes qui s'y trouvent réunis.

Le *sapin*, contenant beaucoup d'air et de feu, peu d'eau et de terre, n'est pas pesant ; le *chêne*, contenant beaucoup de principes terrestres, peu d'eau, d'air et de feu, a une grande dureté, surtout enterré dans le sol, parce que l'humidité n'y peut pénétrer ; l'*esculus* (espèce de chêne), ayant tous les principes en égale proportion, est très utile dans les constructions. Le *cerrus* (*sorte de chêne*), le *chêne liège*, le *hêtre*, contiennent peu d'eau, peu de feu et de terre, plus d'air, prennent l'humidité et pourrissent facilement. Le *peuplier blanc et noir*, le *saule*, le *tilleul*, le *vitex*, ont un excès de feu et d'air, assez d'eau, peu terre, sont légers et tendres et sont employés pour les sculptures. L'*aulne* a beaucoup d'air et de feu, peu de terre et d'eau, est bon pour les pilotis, qui prennent de l'eau quand on les enfonce dans les marais, et deviennent résistants. L'*orme* et le *frêne* ont beaucoup d'eau, très peu d'air et de feu, modérément de terre et sont flexibles. Le *charme*, ayant peu de feu et de terre, beaucoup d'air et d'eau, est très résistant. Le *cèdre* et le *genévrier* doivent à la résine, comme le *pin* et le *cyprès*, et à l'huile qu'on en extrait, de durer fort longtemps ; cette huile était également employée à préserver les livres des insectes. Le cyprès et le pin se conservent aussi en raison de la liqueur amère qu'ils renferment, qui empêche qu'ils ne soient mangés par les vers. Comment Vitruve admet-il qu'est constituée cette liqueur amère, qui doit différer évidemment de l'eau qui y entre comme principe fondamental ? Mais jusqu'à ce que la théorie atomistique ait été reprise, la chimie était remplie de ces contradictions. Vitruve parle enfin d'une certaine espèce de bois résineux le *larix*, poussant sur les bords du Pô, bois amer également, très lourd, qui ne peut brûler ; il donne une résine semblable au miel, qui guérit les phthysiques ; il a ses feuilles semblables à celles du pin. Ce ne peut être évidemment une cônifère, plutôt une espèce de chêne ou d'acacia ; on ne sait au juste quelle arbre a pu désigner Vitruve. On penche pour le

mélèse ; mais celui-ci est très combustible et n'a presqu'aucune des propriétés du fameux larix.

HYDROSTATIQUE.

Expérience d'Archimède. — Parmi les inventeurs plus dignes de récompenses que les athlètes, (Introduction du Livre IX), Vitruve cite Archimède et raconte ainsi qu'il suit, le procédé qu'il avait imaginé pour déterminer la nature de la couronne du roi Hiéron ; je traduis textuellement, parce que l'épisode n'est généralement pas exactement rapporté dans les traités de Physique :

Hiéron, pourvu du pouvoir royal à Syracuse, après avoir terminé heureusement une certaine affaire, voulant placer dans un temple une couronne d'or, par suite d'un vœu fait aux Dieux immortels, mit en adjudication le prix de la main-d'œuvre, et pesa, contre une tare, l'or à livrer à l'adjudicataire. Celui-ci, au jour fixé, fit accepter subtilement au roi l'ouvrage qu'il avait fait et parut avoir fourni pour la couronne un poids égal à celui de la tare.

Plus tard, on soupçonna que de l'or avait été enlevé et remplacé dans la couronne par une certaine quantité d'argent. Hiéron indigné d'avoir été trompé, et ne sachant par quel moyen il pourrait surprendre le voleur, pria Archimède de penser à cette affaire. Celui-ci, préoccupé de cette question, alla par hasard au bain ; pendant qu'il descendait dans la baignoire, l'eau s'en écoulait. Ayant trouvé l'explication de ce fait, il ne reste pas davantage dans son bain, il sort plein de joie de la baignoire, et courant tout nu vers sa maison, il s'écrie à haute voix qu'il avait trouvé ce qu'il cherchait. Car, tout en courant, il cria plusieurs fois en grec : Ευρῆκα, Ευρῆκα.

En effet, à la suite de sa découverte, on dit qu'il fit faire deux masses de poids égal à celui de la couronne, l'une d'or, l'autre d'argent. Ensuite, il remplit complètement un vase d'une certaine capacité ; il y plongea la masse d'argent, et il en sortit une quantité d'eau correspondant à la grandeur du corps plongé dans le vase. Il enleva ensuite cette masse, ce qui fit baisser le niveau de l'eau, il y versa de l'eau mesurée à l'aide d'un setier, de manière que le vase fût de nouveau rempli jusqu'aux bords. Il trouva de cette façon quel poids d'argent correspondait à une certaine mesure d'eau.

Après avoir fait cette expérience, il plongea la masse d'or dans le même vase rempli d'eau, et après l'avoir enlevée et mesuré l'eau manquante de la même manière, il trouva qu'il n'était pas sorti autant d'eau que précédemment, mais autant en moins qu'à poids égal, la masse d'or a moins de volume que la masse d'argent. Enfin, le vase ayant été rempli de nouveau, et la couronne plongée de la même façon, il trouva qu'il était sorti plus d'eau que pour la masse d'or de même poids ; de la quantité d'eau en plus qui avait coulé pour la couronne que pour l'or, il fit un calcul qui donna la quantité d'argent mêlée à l'or, et rendit manifeste le vol de l'ouvrier.

Le récit de Vitruve montre : 1° Que l'emploi des tares et des doubles pesées était déjà connu à cette époque ; 2° Qu'Archimède ne se servit pas, comme on le dit ordinairement, de la poussée des liquides pour trouver le volume de la couronne, mais d'un procédé analogue, si ce n'est identique quant au principe, au procédé du flacon.

Densité du mercure.

Un autre remarque relative à l'hydrostatique et à la constitution des corps se trouve dans le Livre VII, Chapitre VIII, au sujet des propriétés du mercure.

Vitruve donne le poids d'un certain volume de mercure, ce qui constitue en germe la méthode de la détermination des poids spécifiques.

Quatre setiers de mercure pèsent, dit-il, cent livres. Il ajoute :

Que l'on mette le mercure dans un vase, une pierre de cent livres posée au-dessus nagera à la surface, sans pouvoir, par sa pesanteur, ni le comprimer, ni le séparer ou l'éparpiller. Ce poids de cent livres étant enlevé, si on le remplace par un scrupule d'or, il ne surnagera pas, mais tombera au fond. Ainsi donc, on ne peut nier que la gravité de chaque corps dépend non de la grandeur de son poids, mais de sa nature.

Le mot gravité employé ici est évident l'équivalent du mot densité ou poids spécifique dont on se sert aujourd'hui.

Découverte de la compressibilité de l'air par Ctésibius.

Les physiciens d'Alexandrie avaient découvert, bien avant que l'on ait étudié les propriétés des gaz et la pression atmosphérique, la compressibilité de l'air et trouvé le parti que l'on pouvait en tirer pour transmettre les pressions à distance. On possède sur ce sujet une partie des écrits de Héron d'Alexandrie et de Philon de Bizance; mais d'après ce que dit Vitruve, Ctesibius aurait été en grande partie l'inventeur de tous ou presque tous les appareils attribués à ses élèves, qu'il ne cite, du reste, pas du tout, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer au sujet des orgues. Voilà comment, d'après Vitruve, Ctesibius aurait découvert la compressibilité de l'air et les effets mécaniques qu'elle peut produire, (Livre IX, Chapitre VIII); ce fait est donné à propos des horloges à eau, dont Vitruve attribue l'invention à Ctesibius :

Ctesibius, né à Alexandrie, avait pour père un barbier. Il se faisait remarquer par son esprit inventif et sa grande adresse, et avait, dit-on, un goût particulier pour confectionner des machines. Il voulut suspendre dans la boutique de son père un miroir, de telle sorte qu'on pût le faire monter ou descendre à l'aide d'une corde cachée soutenant un poids ; il disposa le mécanisme de cette façon :

Il plaça sous une poutre un canal de bois et y mit des poulies ; il fit passer une corde dans ce canal jusqu'à l'angle du mur contre lequel il fixa un tuyau ; dans celui-ci se mouvait la corde portant à son extrémité une masse de plomb. Le poids, en glissant dans ce tube étroit, comprimait l'air qui s'y trouvait, et par un mouvement rapide, le chassait par les ouvertures dans l'atmosphère ; cet air, par suite de la compression et du choc, produisait ainsi un son clair.

Ctésibius, ayant donc ainsi constaté le son qui prend naissance par le choc contre l'air atmosphérique du vent expulsé du tuyau, en déduisit le principe qui lui servit ensuite à construire, pour la première fois, des machines hydrauliques. De même, par l'expulsion de l'eau, il mettait en mouvement des automates et plusieurs machines récréatives, ainsi que les horloges à eau.

Après cette citation, le doute n'est plus permis sur la large part qui revient à Ctesibius dans toutes les inventions attribuées à Héron. Peut-être est-ce parce que l'ouvrage de Héron n'était que la reproduction de celui de Ctesibius, que Vitruve a négligé de citer ce dernier, plutôt que par ignorance de ses travaux ? Il y a, du reste, comme je l'ai déjà fait remarquer, identité presque complète entre les description de la pompe foulante et des orgues hydrauliques dans Vitruve et dans les œuvres de Héron.

Appareils de nivellement employés dans les conduites d'eau.

Pour déterminer la pente des conduites d'eau, il est nécesssaire de faire un nivellement ; Vitruve parle à ce sujet de deux instruments le dioptre (de δια et οπτομαι, je vois) et les niveaux d'eau (libra aquaria) qu'il ne décrit pas ; mais il conseille comme plus exact l'emploi du chorobate, dont il donne la description suivante (Livre VIII, Chapitre VI) :

Le chorobate est formé d'une règle d'environ vingt pieds ; elle est ajustée à ses extrémités à deux règles verticales et égales ; des traverses parallèles à la règle horizontale sont fixées par des tenons entre les montants verticaux. Sur ces traverses on a tracé des traits verticaux qui correspondent à autant de fils à plomb fixés sur la règle supérieure. Quand cette règle est bien horizontale, les fils à plomb tombent sur les traits correspondants.

Comme le vent peut agiter les fils à plomb, on évite cet inconvénient en creusant dans la règle supérieure un canal long de cinq pieds, large d'un doigt et demi, dans lequel on verse de l'eau ; si l'eau touche également tous les bords supérieurs du canal, on sait que l'appareil est horizontal. Ainsi quand on aura nivelé avec le chorobate, on connaîtra la pente.

Probablement on soulevait par des morceaux de bois et des coins un des pieds jusqu'à ce l'appareil fût horizontal; on déterminait ensuite avec une règle la différence de niveau correspondant à la longueur de 20 pieds : Vitruve ne dit pas, en effet, que l'on adjoignît à l'appareil une mire, comme celle dont on se sert aujourd'hui dans les

nivellements. Il fait toutefois cette objection, d'après Archimède, que dans le canal de vingt pieds de long, la surface n'est pas plane, mais présente la courbure d'un cercle ayant pour centre celui de la terre; il répond à cette objection, en disant que :

L'eau peut présenter une surface plane ou sphérique ; il est néanmoins nécessaire que les deux bouts du canal creusé dans la règle mise de niveau soutiennent également l'eau à droite et à gauche ; si, au contraire, elle est inclinée, l'eau n'atteindra pas le bord dans la partie du canal qui est la plus élevée. Il faut, en effet, que l'eau, dans quelque canal qu'on la mette, s'élève et se courbe au milieu, mais les extrémités sont de niveau.

On ne s'attendait guère à cette objection de courbure simplement théorique de cette faible colonne d'eau, d'autant plus que Vitruve et Archimède connaissaient approximativement le rayon de la terre, d'après les mesures faites par Eratosthène et Aristarque.

CHALEUR. — MÉTÉOROLOGIE.

De la cause des vents. (Livre I, Chap. VI).

Vitruve conseille de diriger les rues des villes, de telle sorte qu'elles ne soient pas enfilées par les vents régnants ; il faut donc, quand on veut construire une ville, commencer par établir au centre une rose des vents, dont il sera parlé plus loin ; à ce sujet, il donne la cause de la production des vents et cite l'expérience de l'éolipyle, mais sans parler de son inventeur, qui devait être probablement Ctesibius ou Héron.

Le vent est une espèce d'onde aérienne qui se déplace avec un mouvement violent et incertain. Il prend naissance quand la chaleur agit sur

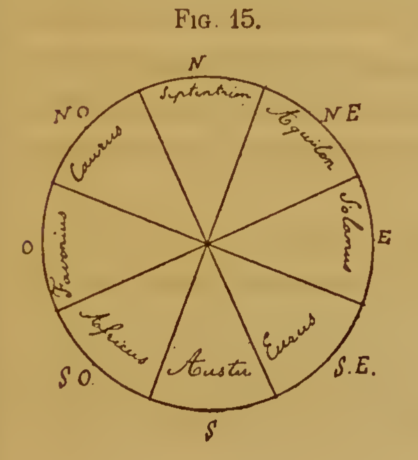
l'humidité ; l'action impétueuse de cette chaleur en fait sortir le souffle du vent. La vérité de cette assertion est démontrée à l'aide de l'éolipyle d'airain ; on peut ainsi arriver à découvrir une vérité divine relative aux lois cachées des phénomènes du ciel, grâce à des objets dus à l'industrie humaine. Les éolipyles sont des cavités d'airain ayant une très faible ouverture par laquelle on introduit de l'eau. On les place alors près du feu; avant qu'elles ne soient échauffées, il n'en sort aucun souffle; mais dès qu'elles ont commencé à s'échauffer, elles envoient vers le feu un souffle violent. Ainsi un spectacle petit et de très courte durée nous permet de connaître et d'apprécier les causes des phénomènes imposants et grandioses du ciel et la nature des vents.

Vitruve admettait probablement, comme on le fit jusqu'à la fin du XVIIIme siècle, que la chaleur changeait l'eau en véritable air pendant l'ébullition. L'expérience de l'éolipyle à ce point de vue est bien interprêtée ; en outre, on voit que Vitruve avait le sentiment de la méthode expérimentale appliquée à l'explication des phénomènes naturels, et qu'il comprenait comment on pouvait en trouver la cause, à l'aide d'expériences faites sur une petite échelle, mais nettes et précises, dans des conditions analogues à celles qui existent dans la nature.

Rose des vents. (Livre I, Chap. VI).

Certains auteurs, d'après Vitruve, n'admettaient l'existence que de quatre vents, qui sont :

Fig. 15.



le Solanus, Est.
l'Auster, Sud.
le Favonius, Ouest.
le Septentrion, Nord.

Mais en général on en comptait huit, en ajoutant aux précédents :

l'Aquilon, N-E.
l'Eurus, S-E.
l'Africus, S-O.
le Caurus, N-O.

Parmi les physiciens qui se sont surtout occupés de cette question, Vitruve cite Andronicus de Cyrrha, auquel on doit certainement l'invention des girouettes, et dont parlent également Varron et Frontin :

Celui-ci fit construire à Athènes une tour de marbre octogone; l'image de chaque vent était reproduite sur la face tournée vers la région dont il souffle. Au-dessus de la tour, il fit placer une pyramide de marbre qu'il surmonta d'un triton d'airain portant dans la main droite une baguette. Il était disposé de telle sorte que, tournant par l'action du vent, il lui fit face et tint la baguette indicatrice au-dessus de l'image du vent soufflant.

On ne peu décrire plus nettement la girouette, telle qu'on la construit encore aujourd'hui, mais faite à Athènes avec plus de luxe qu'on ne le fait habituellement.

Comme le but de l'étude des vents qu'indique Vitruve, est d'orienter les rues d'une ville en construction de telle sorte que les huit vents principaux ne puissent les enfiler, il donne, avec tous les détails nécessaires, le procédé permettant de tracer la rose des vents au centre de la ville. Il admet seulement, pour chaque vent, un espace de 1/8 de la circonférence de part et d'autre de la ligne principale; ainsi, au septentrion appartient l'angle 1/16 de la circonférence de chaque côté du point Nord, ce qui revient, comme tracé, à faire tourner de 1/16 la rose des vents octogonale, habituellement employée.

Voici, du reste, la division de Vitruve :

Il indique auparavant comment, à l'aide du gromon et des ombres égales, on peut déterminer la direction du méridien ou de la ligne N. S. On trace ensuite les huit divisions qui séparent les secteurs de 22° 1/2 appartenant à chaque vent (fig. 15).

La raison pour laquelle Vitruve n'adopte que huit vents principaux est assez singulière; il semble admettre que ces huit vents seuls existent, et que les autres intermédiaires ne sont dus qu'à des oscillations des premiers, non pas en s'appuyant sur l'observation de la stabilité ou de la

fréquence de quelques-uns d'entre eux, mais à cause de la grandeur de la terre.

Peut-être les personnes, qui connaissent un bien plus grand nombre de noms de vents, s'étonneront-elles, dit-il, que nous n'admettions que huit vents. Mais considérons d'abord qu'Eratosthène de Cyrène, des cours du soleil et des ombres du gromon à l'équinoxe, a déduit d'abord l'inclinaison du ciel, puis par des calculs mathématiques et des méthodes géométriques, a trouvé pour le contour du globe terrestre *deux cent cinquante-deux mille stades*, ou 31,500,000 *pas*. On ne devra pas, par suite, s'étonner si un seul vent, en se propageant dans un aussi grand espace, dans ses allées et venues, constitue en réalité, par ses changements, diverses espèces de vents.

Il donne toutefois la nomenclature et les noms des 24 vents adoptés dans la rose des anciens, en ajoutant un vent nouveau à côté des huit désignés plus haut, ou en divisant en trois parties chaque secteur attribué à chacun des vents principaux. Voici la liste et les noms de tous ces divers vents :

	Trascias.		Leucotonus.
N.	*Septentrion.*	E.	*Auster.*
	Gallicus.		Altanus.
	Supernas.		Libotonus.
N.-E.	*Aquilon*	S.-O.	*Africus.*
	Boreas.		Subvesperus.
	Carbas.		Argeste.
E.	*Solanus.*	O.	*Favonius.*
	Ornithies.		Etésiens.
	Eurocircias.		Circus.
S.-E.	*Eurus.*	N.-O.	*Caurus.*
	Vulturnus.		Corus.

A ces vents, Vitruves ajoute encore les brises matinales qui se produisent au lever du soleil, et qui seraient dues à l'action de ce dernier sur l'humidité de l'air.

Pour terminer, Vitruve conseille de tracer les rues des villes, de manière à correspondre aux divisions des huit

vents principaux ; il est douteux que, appliquant ce procédé, on arrive à résoudre le problème que pose Vitruve.

De l'eau de pluie. — Des nuages. — Des sources.

Dans le Livre VIII consacré à l'étude des sources, des conduites d'eau....., Vitruve parle longuement de l'eau de pluie, et émet des idées justes sur le phénomène général de la circulation de l'eau dans la nature, ne croyant plus comme les premiers philosophes de l'Orient, aux reservoirs d'eau placés au-dessus de la voûte céleste pour fournir des aliments à la pluie. Si toutes les idées relatives à l'évaporation de l'eau, la formation des nuages, leur transformation en pluie ne sont pas justes, n'oublions pas qu'aujourd'hui bien des obscurités existent encore sur ces divers états de l'humidité atmosphérique intermédiaires entre l'état de vapeur et celui de liquide, et les causes qui en amènent la succession. Il y a néanmoins, dans cette partie de l'ouvrage de Vitruve, des observations très bien faites. L'erreur la plus forte provient de l'idée qu'il a sur l'influence réciproque de la vapeur et de l'air ou plutôt de la transformation de l'eau en air par l'action de la chaleur, idée qui résulte de l'expériencc faussement interprétée de l'éolipyle, citée plus haut.

Vitruve parle d'abord de la pureté de l'eau de pluie, et de l'origine de cette dernière (chap. II) :

L'eau de la pluie, après avoir été recueillie, possède de grandes qualités de salubrité, puisqu'elle provient de toutes les fontaines et se trouve, par suite, formée des parties les plus tenues et les plus subtiles ; purifiée ensuite par le mouvement de l'air, et liquéfiée par les tempêtes, elle retourne à la terre.

Les pluies ne tombent pas aussi abondamment dans les plaines que sur les montagnes ou près des montagnes ; en effet, les humeurs enlevées à la terre par le soleil dès le matin, quand elles se sont élevées, dans quelque partie du ciel qu'elles soient transportées, poussent l'air ; ensuite, une fois

en mouvement à cause du vide qu'elles font derrière elles, elles reçoivent le choc des ondes d'air qui s'y précipitent. Cet air qui se précipite ainsi, frappant de tous côtés cette humeur placée au devant de lui, augmente les souffles, l'impétuosité et les ondes des vents. Ces vents ensuite enlèvent partout les humeurs des fontaines, des fleuves, des marais, de la mer sous forme de masses arrondies. Celles-ci sont rassemblées par la chaleur du soleil, et soulevées sous forme de nuages à de grandes hauteurs; ces nuages se déplaçant avec les ondes aériennes, quand ils parviennent jusqu'aux montagnes, par suite du choc qu'ils subissent et des tempêtes, à cause de leur plénitude et de leur gravité, se dispersent en se liquifiant et en se répandant à la surface de la terre.

Cette théorie repose sur certains faits exacts et renferme également quelques aperçus assez justes mêlés à des idées erronées. Le fait de l'évaporation produite par le soleil, dès qu'il est levé, repose évidemment sur la dissipation du brouillard qui accompagne la chute de la rosée dès les premières heures du jour. Vitruve, se fondant sur la théorie des vents qu'il a donnée précédemment et justifiée par l'expérience de l'éolypile, y voit la cause de la production du vent; du moins, en reconnaît-il l'origine première dans l'échauffement produit par le soleil. C'est donc cette première évaporation de l'eau des sources par l'action solaire, qui met l'air en mouvement et engendre le vent. Vitruve paraît attribuer aux nuages, une masse et une consistance correspondant à leur apparence. Ces nuages sont mis en mouvement par le vent, et contribuent à en augmenter la violence par le vide qu'ils laissent derrière eux. Cette théorie est la même que celle que proposait Aristote pour expliquer l'accélération de la chute des corps pesants, qui a été adoptée jusqu'aux remarquables découvertes de Galilée sur ce point capital de la physique; les corps en tombant faisaient le vide derrière eux, et c'était l'air, en s'y précipitant, qui poussait le corps; on oubliait, il est vrai, la condensation antérieure qui avait évidemment la même intensité que la raréfaction postérieure. Enfin, Vitruve admet, ce qui est juste, une nouvelle évaporation plus intense produite par le vent et le transport des nuages

soulevés par l'action du soleil. Le fait de la plus grande abondance de la pluie sur les montagnes, est également parfaitement exact; mais Vitruve ne voit pas que cela est dû à l'élévation continuelle des nuages à mesure qu'ils avancent dans des régions à plus grande altitude, et au froid plus considérable qui y règne.

Vitruve ne trouvant pas probablement ses explications très claires, revient encore plus loin sur ce sujet; mais ce qu'il tient surtout à bien établir, c'est que l'origine de la pluie est toute terrestre, et qu'elle provient de l'évaporation dûe à l'action des vents et surtout du soleil, comme il le démontre d'une manière péremptoire par la comparaison avec ce qui produit dans les salles de bain. Sans qu'il puisse en rendre compte, il comprend parfaitement que la cause de la production des vents est la variation des températures amenée par la présence ou l'absence du soleil au-dessus de l'horizon.

Ce qui démontre, dit-il, que la vapeur, les nuages, l'humidité (1) naissent de la terre, c'est que celle-ci renferme en son sein des chaleurs brûlantes, des souffles puissants, et une grande quantité d'eau. Quand il y a refroidissement pendant la nuit, les souffles des vents prennent naissance au milieu des ténèbres; les nuages s'élèvent des lieux humides; le soleil, dès son lever, frappe la terre de l'ardeur de ses rayons; l'air, échauffé par le soleil, enlève à la terre son humidité avec la rosée.

On peut à ce sujet citer l'exemple des bains; les chambres qui servent d'étuve, ne peuvent évidemment avoir de fontaines au-dessus d'elles; mais l'atmosphère qu'elles renferment, échauffée fortement par l'air brûlant (vapor ignis) qui sort des bouches des foyers, enlève l'eau qui recouvre le pavé et l'emporte avec lui contre les voûtes de chambres et l'y soutient; c'est pourquoi, cette vapeur échauffée se précipite vers le haut, et tout d'abord ne retombe pas à cause de sa légèreté; mais à mesure que l'humidité s'y accumule, elle ne peut plus s'y soutenir à cause de son poids, et elle retombe en gouttes sur la tête des baigneurs. Par la même raison, l'air du ciel, ayant reçu la chaleur du soleil, aspire et enlève l'humidité de toutes

(1) C'est le mot humores qui est traduit par le mot humidité; l'idée de Vitruve n'est peut-être pas bien rendue; mais le mot humeurs ne pourrait être employé dans ce sens en français.

les localités, et la rassemble sous forme de nuages. Ainsi la terre, par l'action de la chaleur, rejette son humidité, comme le corps de l'homme par l'effet de la chaleur, émet de la sueur.

Le fait de l'évaporation est très bien observé et parfaitement juste ; restait à y ajouter le fait de la condensation, par suite du refroidissement dans les régions supérieures de l'atmosphère et contre la voûte des salles de bain. La comparaison de l'évaporation et de la formation de la sueur est au moins originale.

A l'appui de l'origine terrestse des météores aqueux de l'atmosphère Vitruve cite le fait de l'humidité différente des divers vents.

Les vents qui ont pris naissance dans les parties très froides, le Septentrion et l'Aquilon, envoient dans l'air des souffles peu denses par suite de leur sécheresse ; l'Auster et ceux qui proviennent des régions voisines du soleil, sont très humides et toujours amènent de la pluie ; ils viennent en effet des régions chaudes, enlèvent à la terre l'humidité dont elle est imprégnée et la transportent dans les régions septentrionales.

ACOUSTIQUE.

Dans l'ouvrage de Vitruve se trouvent quelques parties relatives à l'Acoustique, tant au point de vue de la théorie que de diverses applications. J'examinerai d'abord ce qui concerne la théorie.

Propagation du son.

La propagation du son par ondes sphériques est parfaitement expliquée, à l'occasion des conditions acoustiques que doivent remplir les théâtres (Livre V, chap. III), afin que la voix arrive également bien à tous les gradins ; cette condition est que l'inclinaison des gradins dans toute leur étendue soit de 45°. Voici ce que dit Vitruve au sujet de la propagation de la voix :

La voix est un courant d'air (spiritus fluens) sensible à l'audition par suite du choc d'air. Celle-ci se propage par une série infinie de cercles, de même, qu'une pierre lancée dans l'eau calme produit d'innombrables ondes circulaires, croissant à partir du centre, s'élargissant indéfiniment à moins que les trop faibles dimensions du lieu s'y opposent, ou bien quelqu'obstacle qui ne permet pas aux ondes de se former et de s'étendre.

Ainsi quand elles sont arrêtés par des obstacles, les premières troublent la formation des suivantes.

De même la voix, par son choc produit des mouvements circulaires. Mais dans l'eau, les cercles circulaires se propagent en largeur seulement suivant un plan ; la voix au contraire progresse en largeur et s'élève aussi graduellement en hauteur. Donc, comme dans la formation des ondes sur l'eau, de même dans la voix, quand aucun obstacle ne s'oppose à la formation de la première onde, celle-ci ne trouble pas la seconde ni les suivantes, mais toutes parviennent sans résonnance aux oreilles des auditeurs placés en bas et en haut des gradins.

Vitruve laisse de côté complètement la théorie de la propagation du son de l'Ecole d'Epicure, telle qu'elle est donnée par Lucrèce qui admettait pour l'ouïe comme pour la vue, l'existence de simulacres, sortes de fantômes se détachant des objets et venant atteindre soit l'oreille, soit l'œil. Aristote au contraire avait des idées plus nettes sur la production et la propagation du son à l'aide de vibrations. Déjà au sujet de la constitution des corps il semble que Vitruve ait peu de propension à adopter la théorie atomistique, qui avait cours dans l'école Epicurienne.

De la musique harmonique. (Livre V, chap. IV).

Avant d'indiquer les procédés employés dans les théâtres pour renforcer les voix par résonnance, Vitruve développe dans ce chapitre très succintement, il est vrai, quelques points relatifs à la Musique, d'après Aristoxène de Tarente (350 avant J.-C.). Mais l'exposition est si peu claire, sans compter quelques erreurs, qu'il serait impossible de rétablir exactement la série des notes formant les sons employés, si l'on n'avait recours aux autres ouvrages modernes ou an-

ciens, dans lesquels il est traité de la musique grecque, entre autres à celui de M. Helmholz. (die Lehre der Tonempfindungen). Afin de rendre compréhensible l'exposition de Vitruve, j'ai rétabli les lacunes qui s'y trouvent.

Il est douteux qu'il aît lui-même parfaitement compris les principes dont il parlait ; il reconnait, en effet, que la science musicale est obscure et difficile, et due tout entière aux Grecs, dont il faut adopter les désignations ; c'est à Aristoxène qu'il emprunte, dit-il, le diagramme et les désignations des sons.

Il distingue d'abord la voix parlée, qui reste toujours à la même hauteur et ne produit de sensations nettes que par suite des silences qui coupent la continuité de l'émission du son, comme quand on dit : sol, lux, flos, nox ; et la voix chantée qui passe par divers intervalles, allant du grave à l'aigu, et dans laquelle la sensation résulte de la nature diverse du son émis.

Il donne à la fin de son étude la désignation des seuls intervalles consonnants adoptés à cette époque, le *diatessaron* ou quarte, le *diapente* ou quinte, le *diapason* ou octave, le *diapason et diatessaron* ou 11me, le *diapason et diapente* ou 13me, et le *disdiapason* ou double octave ; on nomme en grec ces intervalles συμφωνίαι.

C'est leur valeur numérique qui a déterminé leurs noms. Quand la voix, en effet, s'est arrêtée sur un son déterminé, et qu'elle s'est infléchie et modifiée pour parvenir au quatrième son, on dit qu'il y a un diatessaron, au cinquième son diapente, au huitième un diapason, au onzième un diapason et un diatessaron, au douzième un diapason et un diapente, au quinzième un disdiapason.

Si avec la voix ou des cordes on produit divers intervalles, la tierce, la sixième et la septième ne peuvent être des consonnances ; au contraire, ainsi qu'il est dit plus haut, la quarte, la quinte, et en suivant jusqu'à la double octave, restent dans les limites de la nature d'une voix convenable ; ces consonnances proviennent de la réunion de sons que les grecs appellent φθόγγοι (notes de la musique.)

Les intervalles ainsi désignés se rapportent évidemment

à la gamme diatonique en usage depuis Pythagore, et qu'on suppose avoir été engendrée par une suite de quintes :

$$fa_0,\ ut_1,\ sol_1,\ ré_2,\ la_2,\ mi_3,\ si_3.$$
$$\frac{2}{3},\ 1,\ \frac{3}{2},\ \frac{9}{4},\ \frac{27}{8},\ \frac{81}{16},\ \frac{243}{32}.$$

En ramenant tous les intervalles à une même octave, on trouve les valeurs suivantes pour les diverses notes :

$$ut,\ ré,\ mi,\ fa,\ sol,\ la,\ si.$$
$$1,\ \frac{9}{8},\ \frac{81}{64},\ \frac{4}{3},\ \frac{3}{2},\ \frac{27}{16},\ \frac{243}{128}.$$

Tous ces intervalles sont des fractions, dont les deux termes ne peuvent renfermer que les puissances de 2 et de 3. On trouve dans cette gamme les intervalles suivants :

Le demi-ton, *mi fa*, *si* ut_2, $\frac{2^8}{3^5} = \frac{256}{243}$

Le ton, *ut ré*, *ré mi*, ... $\frac{3^2}{2^3} = \frac{9}{8}$

La tierce mineure, *ré fa*, *la* ut_2, $\frac{2^5}{3^3} = \frac{32}{27}$

La tierce majeure, *ut mi*, *fa la*, ... $\frac{3^4}{2^6} = \frac{81}{64}$

La quarte, *ut fa*, *ré sol*, ... $\frac{2^2}{3} = \frac{4}{3}$

La quarte augmentée, *fa si*, $\frac{3^6}{2^9} = \frac{729}{512}$

La quinte, *ut sol*, *ré la*, ... $\frac{3}{2}$

La sixte diminuée, *mi ut*, $\frac{2^7}{3^4} = \frac{128}{81}$

La sixte, *ut la*, *ré si*, $\frac{3^3}{2^4} = \frac{27}{16}$

La septième diminuée, *ré* ut_2, $\frac{2^4}{3^2} = \frac{16}{9}$

La septième, *ut si*, $\frac{3^5}{2^7} = \frac{243}{128}$

L'octave ut_1 ut_2, 2.

Il n'est pas extraordinaire que la tierce majeure $\frac{81}{64}$, la sixte $\frac{27}{16}$, et la tierce mineure $\frac{32}{27}$, aient été réputées des dissonnances, différant sensiblement des nombres $\frac{6}{5}$, $\frac{5}{3}$, $\frac{5}{4}$ de la gamme diatonique actuelle, surtout pour les Grecs dont l'oreille était sensible aux quarts de ton. La tierce majeure $\frac{5}{4}$ fut trouvée, dit-on, par Architas, vers 400 avant J.-C., dans le mode enharmonique dont il va être question, et la tierce mineure $\frac{6}{5}$ par Eratosthène (300) dans le mode chromatique; ils ne furent introduits dans la gamme diatonique, avec la sixte $\frac{5}{3}$ qui en est la conséquence que, par Didymus dans le premier siècle après J.-C.

Ces principes exposés, j'arrive à la constitution de l'échelle musicale que donne Vitruve, avec si peu de clarté, que sans d'autres ouvrages on ne pourrait l'établir.

La gamme primitive ne comprenait que les sons des consonnances :

$$\overbrace{ut_1\ fa}\quad \overbrace{sol\ ut_2}.$$

Tels étaient les sons des cordes de la lyre d'Orphée. Plus tard, quand les distances *ut*, *fa* et *sol* ut_2 furent comblées par l'adjonction de nouveaux sons ou de nouvelles cordes, on continua à considérer les quatre sons $\overbrace{ut,\ ré,\ mi,\ fa}$ et $\overbrace{sol,\ la,\ si,\ ut}$, présentant la même disposition, comme une sorte d'unité qu'on nomma le tétrachorde. La gamme diatonique fut ainsi formée de deux tétrachordes semblables, qu'on nomma disjoints, puisqu'ils n'ont aucune note commune.

D'un autre côté, les Grecs ne se contentèrent pas de

prendre la gamme pythagoricienne, mais ils adoptèrent d'autres modes ou des gammes différentes, dont chacune commençait par chaque note de cette première gamme. Ceci donna lieu ainsi à d'autres tétrachordes, qui sont avec les intervalles en tons et demi-tons :

Le tétrachorde lydien : *ut* ^{1} *ré* ^{1} *mi* $\frac{1}{2}$ *fa*,
phrygien : *ré* ^{1} *mi* $\frac{1}{2}$ *fa* ^{1} *sol*,
dorien : *mi* $\frac{1}{2}$ *fa* ^{1} *sol* ^{1} *la*.

. . . .

Les deux modes lydiens et phrygiens sont devenus nos modes majeur et mineur ; mais il semble que le mode dorien était préféré des Grecs, comme son nom l'indique et le montre en outre l'échelle musicale adoptée par Aristoxène et que rapporte Vitruve.

Celui-ci commence par donner les divers genres de musique adoptés par les Grecs, à une époque déjà de décadence et d'afféterie, et dont l'un a complètement disparu. On les nomme :

ἁρμονια, χρῶμα et διάτονος, ou en français enharmonique, chromatique et diatonique.

Les modulations du genre enharmonique doivent, dit-il, leur origine à l'art, ce qui donne au chant de la puissance et de la distinction. Le chromatique, par la subtilité et le rapprochement de ses modulations, a de la douceur et de la suavité. Dans le diatonique, parce qu'il est naturel, la distance des intervalles est plus facile.

Suit la disposition des intervalles dans les tétrachordes fondamentaux de ces trois genres.

Le tétrachorde enharmonique a deux tons et deux dièzes. Le dièze est la quatrième partie d'un ton ; il y a deux dièzes dans un demi-ton. Dans le chromatique, on trouve deux demi-tons et le troisième intervalle est d'un ton et demi. Dans le diatonique, il y a d'abord deux tons; un demi-ton termine le tétrachorde. Ainsi dans les trois genres, les tétrachordes sont formés de deux tons et demi ; mais, dans chaque genre, les intervalles qu'ils comprennent sont différents.

En adoptant le signe X pour représenter le quart de ton, on peut ainsi reconstituer les trois tétrachordes donnés par Vitruve, qui évidemment se rapportent au mode Lydien, d'après l'ordre des intervalles donné pour le genre diatonique :

Diatonique : *ut* ^{1} *ré* ^{1} *mi* $^{\frac{1}{2}}$ *fa* ^{1} *sol* ^{1} *la* ^{1} *si* $^{\frac{1}{2}}$ *ut.*

Chromatique : *ut* $^{\frac{1}{2}}$ *ut*♯ $^{\frac{1}{2}}$ *ré* $^{1\frac{1}{2}}$ *fa* ^{1} *sol* $^{\frac{1}{2}}$ *sol*♯ $^{\frac{1}{2}}$ *la* $^{1\frac{1}{2}}$ *ut.*

Enharmonique : *ut* ^{2} *mi* $^{\frac{1}{4}}$ *mi* X $^{\frac{1}{4}}$ *fa* ^{1} *sol* ^{2} *si* $^{\frac{1}{4}}$ *si* X $^{\frac{1}{4}}$ *ut.*

Suit, d'après Aristoxène, l'échelle des sons adoptés en musique qui sont au nombre de dix-huit, divisés en divers tétrachordes.

Chaque note a un nom particulier, souvent d'une telle longueur, que les Grecs auraient été dans l'impossibilité de solfier comme nous le faisons, en nommant chaque note par son nom ; mais suivant le genre, le son représenté par une note n'est pas toujours le même.

L'échelle totale renferme deux octaves, le son du milieu nommé *mese* a été quelquefois considéré comme une sorte de tonique. Comme ces sons étaient représentés chacun par une corde, on les groupait en 4 ou 5 tétrachordes, qui portaient les noms suivants, en allant du grave à l'aigu :

1. Hypaton — c'est-à-dire le plus grave.
2. Meson — le médian.
3. Synemmenon — le lié.
4. Diezeugmenon — le disjoint.
5. L'hyperbolœon — le plus aigu.

Dans les trois genres, on retrouve les mêmes tétrachordes; de plus chacun, quel que soit le genre, commence et finit par le même son ; on a ainsi *huit sons fixes* communs aux trois genres, et *dix sons variables* suivant le genre, placés entre les premiers. Probablement, suivant le genre dans lequel on devait chanter, après avoir accordé les huit cordes à sons fixes, dont il est plus facile d'établir la jus-

tesse, vu qu'on procède par quartes, quintes et octaves, on accordait les autres à sons variables d'après la succession des sons, en s'en rapportant par l'oreille aux intervalles successifs.

ÉCHELLE DES SONS, D'APRÈS ARISTOXÈNE.

	NOMS DES NOTES.	Diatonique.	Chromatique.	Enharmonique.	Tétrachorde
	Proslambanomenos.	*La*$_1$	*La*$_1$	*La*$_1$	
HYPATON.	*Hypate hypaton.*	*Si*$_1$	*Si*$_1$	*Si*$_1$	1
HYPATON.	Parhypate id.	Ut$_2$	Ut$_2$	Si×$_1$	1
HYPATON.	Lichanos. id.	Ré$_2$	Ut♯$_2$	Ut$_2$	1
HYPATON. / MESON.	*Hypate meson.*	*Mi*$_2$	*Mi*$_2$	*Mi*$_2$	1 / 2
MESON.	Parhypate id.	Fa$_2$	Fa$_2$	Mi×$_2$	2
MESON.	Lichanos id.	Sol$_2$	Fa♯$_2$	Fa$_2$	2
MESON.	*Mese.*	*La*$_2$	*La*$_2$	*La*$_2$	2 / 3
DIEZEUGMENON.	*Paramese.*	*Si*$_2$	*Si*$_2$	*Si*$_2$	4
DIEZEUGMENON.	Trite diezeugmenon.	Ut$_3$	Ut$_3$	Si×$_2$	4
DIEZEUGMENON.	Paranete id.	Ré$_3$	Ut♯$_3$	Ut$_3$	4
DIEZEUGMENON. / HYPERBOLŒON.	*Nete* *id.*	*Mi*$_3$	*Mi*$_3$	*Mi*$_3$	4 / 5
HYPERBOLŒON.	Trite hyperbolœon.	Fa$_3$	Fa$_3$	Mi×$_3$	5
HYPERBOLŒON.	Paranete id.	Sol$_3$	Fa♯$_3$	Fa$_3$	5
HYPERBOLŒON.	*Nete* *id.*	*La*$_3$	*La*$_3$	*La*$_3$	5

	NOMS DES NOTES.	Diatonique.	Chromatique.	Enharmonique.	Tétrachorde
SYNEMMENON.	*Mese.*	*La*$_2$	*La*$_2$	*La*$_2$	3
SYNEMMENON.	Trite synemmenon	Si♭$_2$	Si♭$_2$	La×$_2$	3
SYNEMMENON.	Paranete id.	Ut$_3$	Si$_2$	La♯$_2$	3
SYNEMMENON.	*Nete* *id.*	*Ré*$_3$	*Ré*$_3$	*Ré*$_3$	3

En examinant les tétrachordes 1, 2, 4, 5, on voit que les deux premiers et les deux derniers sont conjoints, c'est-à-dire ont une note commune : le 2e et le 4e sont disjoints ; le 2e et le 3e sont conjoints ; mais le 3e et le 5e sont disjoints.

Les notes en italique sont les notes fixes des divers modes. On voit combien ce système était compliqué et défectueux en comparaison du nôtre, puisque dans le diatonique deux sons identiques portent des noms différents, un dans le chromatique ; l'enharmonique seul a en réalité dix-huit sons différents. Ce qui complique encore c'est l'existence des deux tétrachordes 3 et 4 qui empiètent l'un sur l'autre.

Dans les divers tétrachordes, les notes placées de la même façon ont le même nom en y ajoutant le nom du tétrachorde correspondant ; cependant les désignations ne sont les mêmes que dans les deux premiers tétrachordes ; d'autres noms se répètent que dans les trois derniers qui suivent le mese ou son médian.

J'ai déjà indiqué le sens des noms attribués aux tétrachordes ; pour les notes, les noms ont les sens suivants :

Proslambanomenos — ajouté.
Hypate — supérieure.
Parhypate — près de la supérieure.
Lichanos — éloignée.
Mese — moyenne.
Paramese — près de la moyenne.
Trite — troisième.
Paranete — près de la dernière.
Nete — dernière.

La première note ne fait partie d'aucun tétrachorde ; elle aura été ajoutée, comme son nom l'indique, pour former avec la dernière la double octave.

D'après l'ordre qu'expose Vitruve les notes du tétrachorde 3 ou le synemmenon succédaient au meson avant celles du diezeugmenon.

Ce tableau n'aurait pu être dressé d'après les seules indinations qu'il donne, ayant négligé d'indiquer l'intervalle de chaque note à la précédente ; il ne le fait que pour six notes seulement, disant :

Les sons mobiles ont des qualités différentes, ils présentent des inter-

valles et des distances croissantes. Le parhypate qui, dans l'enharmonique, diffère de l'hypate d'un dièze, dans le chromatique en diffère d'un demi-ton, et dans le diatonique aussi d'un demi-ton ; le lichanos dans l'enharmonique est distant de l'hypate d'un demi-ton, dans le chromatique en diffère de deux demi-tons et le diatonique de trois demi-tons. Ainsi dix sons, en passant d'un genre à l'autre effectuent une triple variété de modulations.

Les deux premiers tétrachordes ont donc les intervalles ainsi disposés :

Enharmonique — 1/4, 1/4, 2.
Chromatique — 1/2, 1/2, 1 1/2.
Diatonique — 1/2, 1, 1.

Les deux premiers tétrachordes ne peuvent donc être que *si*, *ut*, *ré*, *mi* ou *mi*, *fa*, *sol*, *la*, dans le genre diatonique. Vitruve précédemment avait donné un ordre différent pour les intervalles du tétrachorde ; cela tient, sans qu'il le dise à ce que d'abord il avait donné le tétrachorde du mode phrygien, et ici celui du mode dorien, évidemment plus employé par les grecs, et abandonné aujourd'hui. S'il avait fourni les mêmes indications pour les autres notes, le travail eût été très facile, au lieu que pour les tétrachordes supérieurs au mese, il faut nécessairement recourir à d'autres ouvrages. Néanmoins les indications de Vitruve, quoiqu'incomplètes, peuvent avoir cela de précieux, qu'elles sont parfaitement concordantes avec celles qu'ont données d'autres auteurs sur le même sujet, et avec la reconstitution totale adoptée pour les tétrachordes dans les trois genres.

En se conformant à l'ordre donné par Vitruve, on disposerait les sons comme dans le tableau ci-joint ; le précédent montre mieux comment les tétrachordes 1, 2, 4, 5, forment la gamme dorienne dans les divers modes; probablement l'arrangement du deuxième tableau donne la tablature des instruments à corde.

ÉCHELLE DES SONS, D'APRÈS ARISTOXÈNE

Tétracordes	NOMS DES NOTES.	Diatonique.	Chromatique.	Enharmonique.
	Proslambanomenos.	*La*$_1$	*La*$_1$	*La*$_1$
HYPATON. (1)	*Hypate hypaton.*	*Si*$_1$	*Si*$_1$	*Si*$_1$
HYPATON. (1)	Parhypate hypaton.	Ut$_2$	Ut$_2$	Si×$_1$
HYPATON. (1)	Lichanos hypaton.	Ré$_2$	Ut♯$_2$	Ut$_2$
HYPATON. (1) / MESON. (2)	*Hypate meson.*	*Mi*$_2$	*Mi*$_2$	*Mi*$_2$
MESON. (2)	Parhypate meson.	Fa$_2$	Fa$_2$	Mi×$_2$
MESON. (2)	Lichanos meson.	Sol$_2$	Fa♯$_2$	Fa$_2$
MESON. (2) / SYNEMMENON. (3)	*Mese.*	*La*$_2$	*La*$_2$	*La*$_2$
SYNEMMENON. (3)	Trite synemmenon.	Si♭$_2$	Si♭$_2$	La×$_2$
SYNEMMENON. (3)	Paranete synemmenon.	Ut$_3$	Si$_2$	Si♭$_2$
SYNEMMENON. (3)	*Nete synemmenon.*	*Ré*$_3$	*Ré*$_3$	*Ré*$_3$
DIEZEUGMENON. (4)	*Paramese.*	*Si*$_2$	*Si*$_2$	*Si*$_2$
DIEZEUGMENON. (4)	Trite diezeugmenon.	Ut$_3$	Ut$_3$	Si×$_2$
DIEZEUGMENON. (4)	Paranete diezeugmenon.	Ré$_3$	Ut♯$_3$	Ut$_3$
DIEZEUGMENON. (4) / HYPERBOLŒON. (5)	*Nete diezeugmenon.*	*Mi*$_3$	*Mi*$_3$	*Mi*$_3$
HYPERBOLŒON. (5)	Trite hyperbolœon.	Fa$_3$	Fa$_3$	Mi×$_3$
HYPERBOLŒON. (5)	Paranete hyperbolœon.	Sol$_3$	Fa♯$_3$	Fa$_3$
HYPERBOLŒON. (5)	*Nete hyperbolœon.*	*La*$_3$	*La*$_3$	*La*$_3$

Gamme diatonique. *La*$_1$ *Si*$_1$ Ut$_2$ Ré$_2$ *Mi*$_2$ Fa$_2$ Sol$_2$ *La*$_2$ Si♭$_2$ *Si*$_2$ Ut$_3$ *Ré*$_3$ *Mi*$_3$ Fa$_3$ Sol$_3$ *La*$_3$.

— chromatique *La*$_1$ *Si*$_1$ Ut$_2$ Ut♯$_2$ *Mi*$_2$ Fa$_2$ Fa♯$_2$ *La*$_2$ Si♭$_2$ *Si*$_2$ Ut$_3$ Ut♯$_3$ *Ré*$_3$ *Mi*$_3$ Fa$_3$ Fa♯$_3$ *La*$_3$.

— enharmonique. *La*$_1$ *Si*$_1$ Si×$_1$ Ut$_2$ *Mi*$_2$ Mi×$_2$ Fa$_2$ *La*$_2$ La×$_2$ Si♭$_2$ *Si*$_2$ Si×$_2$ Ut$_3$ *Ré*$_3$ *Mi*$_3$ Mi×$_3$ Fa$_3$ *La*$_3$.

Ce n'est que plus tard, au premier siècle de notre ère, que Didymus introduisit les véritables rapports numériques dans les tétrachordes des divers genres ; il divise ainsi le tétrachorde :

Enharmonique ... $\frac{32}{31}$, $\frac{31}{30}$, $\frac{5}{4}$.

Chromatique ..... $\frac{16}{15}$, $\frac{25}{24}$, $\frac{6}{5}$

Diatonique....... $\frac{16}{15}$, $\frac{10}{9}$, $\frac{9}{8}$.

L'astronome Ptolémée donna à peu près la même division du tétrachorde diatonique, mais dans un autre ordre :

$\frac{16}{15}$, $\frac{9}{8}$, $\frac{10}{9}$ ou *si ut ré mi*

adopté encore aujourd'hui, en commençant par le son *ut* dans le mode majeur.

Acoustique appliquée. — Des vases placés dans les théâtres comme résonnateurs.

D'après Vitruve, dans les théâtres de pierre et de marbre, pour renforcer la voix des acteurs, on creusait, au milieu des gradins, dans un ou plusieurs plans horizontaux, des sortes de niches, dans lesquelles on plaçait de grands vases d'airain, dont l'ouverture était tournée vers la scène, destinés à servir de résonnateurs pour les divers sons émis par les acteurs, ou plutôt par les chœurs, qui, seuls, devaient être véritablement chantés dans la tragédie ancienne; sans cela, celle-ci n'aurait été que l'équivalent de l'opéra moderne. Ces vases devaient avoir de grandes dimensions pour pouvoir renforcer sensiblement la voix émise ainsi à grande distance. D'après ce qui est dit plus loin, c'étaient les parois elles-mêmes qui auraient rendu les divers sons destinés à être renforcés, quoique

Vitruve dise aussi qu'on peut prendre dans le même but des vases de terre dont les parois cependant vibrent moins facilement que celles des vases d'airain. Probablement, comme cela arrive souvent, un simple choc contre les parois suffisait à faire entendre un des sons renforcés par l'air renfermé dans la cavité même du vase.

En réalité, malgré les soins qu'on prenait, d'après Vitruve, d'accorder ces divers vases sur les divers sons des tétrachordes employés (qui ne dépassent pas deux octaves en étendue), il est probable qu'ils devaient jouer le rôle de réflecteurs sphériques ou paraboliques, renvoyant et concentrant les ondes sonores dans diverses directions.

Vitruve reconnaît qu'il n'y avait pas à Rome de théâtres où cette disposition existât, mais qu'il y en avait en Grèce et dans diverses régions de l'Italie, et ajoute :

Nous avons en témoignage de cette disposition L. Memmius qui, après la destruction du théâtre de Corinthe, apporta à Rome ces vases d'airain comme butin, et les consacra dans le temple de la Lune.

La raison pour laquelle on ne se servait pas de ce moyen de renforcer la voix des acteurs dans les théâtres construits chaque année à Rome, c'est que :

Tous ces théâtres publics faits en bois, à l'aide d'assemblages de planches (sans doute comme les théâtres forains actuels), sont nécessairement sonores. Les chanteurs, comme on peut l'observer, quand ils doivent chanter sur un ton élevé, se tournent vers les portes de la scène qui, par leur résonnance viennent renforcer leur voix.

Voici quelle était l'installation de ces vases résonnateurs ; il aurait été intéressant d'en avoir les dimensions, mais Vitruve ne les donne pas, il dit seulement :

D'après ces principes, selon des proportions mathématiques, on fait des vases d'airain en rapport avec la grandeur du théâtre ; on les construit de telle sorte que, quand on les frappe, ils puissent faire entre eux la quarte, la quinte et les autres consonnances jusqu'à la double octave. Ayant ensuite

établi entre les sièges du théâtre des cellules, on les y place, d'après les règles de la musique, de telle sorte qu'ils ne touchent aucune paroi, aient un espace libre tout autour et derrière leur fond ; on les place renversés et soutenus, du côté qui regarde la scène, par des coins d'un demi pied au moins ; au-devant de ces cellules, on laisse des ouvertures dans les assises des gradins inférieurs, larges de deux pieds et hautes d'un demi pied.

Quand le théâtre était petit, on ne mettait qu'un seul rang de résonnateurs, vers le milieu de la hauteur, au nombre de treize, dont six, disposés par paires identiques de chaque côté et un dernier au milieu ; les résonnateurs des extrémités étaient les plus aigus et ceux du milieu les plus graves. On renforçait sept notes qui étaient les sons fixes des tétrachordes, sauf la plus grave, qui, du reste, n'en fait pas partie ; comme Vitruve nomme les sons correspondant à chaque vase, il n'y a pas d'hésitation possible.

La disposition de ces vases était donc la suivante :

Numéros des vases :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13.
	la_3	mi_3	si_2	$ré_3$	la_2	mi_2	si_1	mi_2	la_2	$ré_3$	si_2	mi_3	la_3.

Quand le théâtre était plus grand, on plaçait trois rangées superposées, la première, inférieure comme celle-ci, destinée, dit Vitruve, à renforcer l'enharmonique ; on peut admettre, en effet, comme l'avaient constaté probablement les artistes grecs, que les résonnateurs renforçaient aussi bien les sons fixes et ceux qui sont, dans l'enharmonique, affectés du demi-dièze, tels que le si_1X, mi_2X, la_2X, si_2X, mi_3X, à cause du rapprochement des deux sons.

La rangée du milieu devait renforcer les sons du chromatique et celle du haut le diatonique ; de plus, dans le chromatique, la chambre du milieu ne renfermait pas de résonnateur, ce qui donne six résonnateurs pour le chromatique et sept pour le diatonique. Si l'on examine les tétrachordes des divers genres, on trouve juste treize sons mobiles différents à renforcer, parce que certains sons se

trouvent être communs à deux ou aux trois genres ; ce sont :

Diatonique	la_1	ut_2	$ré_2$	fa_2	sol_2	$si\flat_2$	ut_3	fa_3	sol_3
Chromatique		$ut\sharp_2$		$fa\sharp_2$			$ut\sharp_3$	$fa\sharp_3$	

Il semble donc rationnel qu'au lieu de remettre à nouveau, dans ces nouvelles rangées, les résonnateurs qui figurent déjà dans la première série, on ait cherché à renforcer de la même manière les treize sons restants. Vitruve, pour ces deux rangées, n'indique pas les sons eux mêmes, mais seulement leurs tétrachordes, en donnant cependant quelques-unes des consonnances que forment entre eux les divers résonnateurs ; mais comme il reprend des résonnateurs de la première série, il en résulte qu'il devait en manquer pour certains sons. Il semble, en se conformant, autant que possible, à ce que dit Vitruve, que les choses devaient être ainsi disposées, pour l'une des moitiés, l'autre étant identique à la première :

	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7.
1[er] rang. — Enharmonique et sons fixes	la_3	mi_3	si_2	$ré_3$	la_2	mi_2	si_1.
2[e] rang. — Chromatique...............	$fa\sharp_3$	fa_3	$ut\sharp_3$	$fa\sharp_2$	$ut\sharp_2$	la_1.	
3[e] rang. — Diatonique.................	sol_3	ut_3	$si\flat_2$	sol_2	fa_2	$ré_2$	ut_2.

Vitruve, d'après les renseignements écourtés qu'il donne, tend à mettre dans chaque rangée des résonnateurs formant entre eux des consonnances surtout de quarte. En interprétant aussi rationnellement que possible ses indications, on arriverait ainsi à la disposition suivante :

	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7.
1[er] rang. — Enharmonique.	la_3	mi_3	si_2	$ré_3$	la_2	mi_2	si_1.
2[e] rang. — Chromatique...	$fa\sharp_3$	$ut\sharp_3$	si_2	$fa\sharp_2$	$ut\sharp_2$	si_2.	
3[e] rang. — Diatonique.....	sol_3	$ré_3$	ut_3	sol_2	$ré_2$	la_1	la_2.

Les notes la_2, $ré_3$ sont répétées deux fois, et si_2 trois fois,

Par contre il manque, ut_2, fa_2, $si\flat_2$, fa_3 du diatonique.

Rien ne démontre que Vitruve ait été au courant de ces sortes de problèmes d'acoustique dont il n'avait jamais vu d'applications ; il ajoute ensuite :

Si quelqu'un voulait approfondir ce point, il devrait consulter le diagramme qui se trouve à la fin de l'ouvrage, construit d'après les règles de la musique ; il nous vient d'Aristoxène qui, avec une grande sagacité, l'établit d'après les divisions des modulations. En tenant compte des préceptes donnés, on arrivera facilement à perfectionner les théâtres, au point de vue de la voix et pour le plaisir des auditeurs.

Ces vases résonnateurs produisaient-ils des effets aussi considérables que ceux que leur attribue Vitruve? La voix, du reste, devait perdre beaucoup de sa force dans les théâtres découverts qu'avaient les anciens, sans compter leurs dimensions. Probablement en Grèce, ils ne devaient pas avoir l'étendue qu'eurent plus tard les cirques et les théâtres chez les Romains. Vitruve a une telle confiance dans leur effet qu'il dit :

Beaucoup d'habiles architectes, qui construisirent des théâtres dans de petites villes, prirent, faute de ressources suffisantes, des vases de terre résonnants comme il a été dit, et construits d'après les préceptes exposés ; il en obtinrent de très bons effets.

Des qualités acoustiques des théâtres. (Livre V, chap. VIII).

Vitruve donne des détails intéressants sur la construction des théâtres romains et grecs, avec la disposition des gradins, de la scène, des décors..., points qui sont en dehors de l'étude que j'ai entreprise sur ce traité d'architecture. Il ajoute, toutefois, quelques détails sur les défauts et les qualités des théâtres au point de vue de l'acoustique.

Les mauvais théâtres, où la voix ne se développe pas bien sont nommés :

Dissonnants,	en grec	κατηχοῦντες,
Circumsonnants,	—	περιηχοῦντες,
Résonnants,	—	ἀντηχοῦντες.

Les seuls bons sont les consonnants ou συνηχοῦντες.

Dans les dissonnants, la voix, après s'être élevée dans le haut, vient se heurter contre les corps solides qui s'y trouvent, se trouve repoussée, et renvoyée vers le bas elle empêche l'émission des sons suivants.

Les circumsonnants sont les théâtres dans lesquels la voix arrêtée dans sa propagation, se résout au milieu sans laisser entendre les sons finaux; elle s'éteint sans qu'il soit possible de percevoir nettement les mots.

Les résonnants sont ceux dans lesquels la voix revient en arrière, répercutée par des corps solides, produit comme de nouvelles images, rend doubles à l'audition les terminaisons.

Dans les consonnants, au contraire, la voix s'élève facilement d'en bas, augmente en s'élevant, pénètre jusqu'à l'oreille et donne une perception claire et nette des mots. Si donc, on apporte une scrupuleuse attention au choix du lieu, l'effet de la voix, grâce à cette précaution, sera parfait.

Malheureusement, Vitruve n'indique pas les moyens pratiques qu'il faudrait employer pour arriver à cette perfection, et éviter tous les défauts qu'il indique. Aujourd'hui encore, on ne connaît pas d'une manière absolue à quoi tiennent les qualités acoustiques particulières de certaines salles de théâtre; ce n'est guère que quand une salle est terminée, que l'on peut juger si on a complètement réussi au point de vue d'une bonne audition dans toutes les parties de cette salle.

De l'utilité de l'acoustique pour l'architecte. (Livre I, chap. I).

Parmi les connaissances que doit posséder l'architecte, se trouve la musique. Il est vrai que Vitruve donne à son architecte des fonctions dévolues à des personnes exerçant actuellement des professions tout à fait différentes, et en dehors de la profession de l'architecte à notre époque.

La première application de la musique, consiste à s'en

servir pour juger de la tension des cordes entrant dans la construction des engins de guerre; la seconde est relative à la construction de ces résonnateurs dont il vient d'être question pour les théâtres; et la troisième se rapporte à la construction des orgues et des autres instruments semblables.

L'architecte doit connaître la musique, en posséder les règles canoniques et mathématiques, d'abord pour le maniement convenable des balistes, catapultes et scorpions. A la tête de ces engins, existent à droite et à gauche, les trous des hémitionium, à travers lesquels on tend, à l'aide de cabestans, de treuils et de leviers des câbles faits de cordes de boyaux; on ne les fixe et les arrête que quand le maître de la pièce a constaté qu'ils produisent des sons que l'oreille juge parfaitement égaux. Les bras, en effet, soumis aux tensions de ces cordes, par leur détente, doivent produire de part et d'autre des chocs égaux. Si les sons n'avaient pas été les mêmes, l'envoi direct du trait eût été empêché.

Ces machines devaient évidemment présenter de l'analogie avec nos arbalètes; seulement, pour produire une action plus énergique, on employait deux cordes qui agissaient sur deux leviers flexibles, et ceux-ci venaient frapper en même temps et avec la même force sur l'extrémité du trait préparé dans le tube de l'appareil, afin qu'il ne pût y avoir de déviation dans sa direction.

Vitruve parle déjà à cette occasion des vases résonnateurs des théâtres, sujet développé plus haut :

Dans les théâtres, des vases d'airain, nommés par les Grecs ἠχεῖα sont placés dans des cellules sous les gradins; leurs divers sons réglés par des lois mathématiques, d'après les accords et les symphonies de la musique, répondent à la quarte, la quinte et l'octave; la voix, venant de la scène, concordant avec la disposition de ces vases, après être venue les frapper, se trouve augmentée, et parvient plus claire et plus agréable aux oreilles des auditeurs.

On ne peut également construire, si l'on ne connaît pas les règles de la musique, les machines hydrauliques (les orgues) et les autres appareils qui leur ressemblent.

Emploi des vibrations des vases dans le travail des mines.
(Livre X, chap. XVI).

A l'occasion des machines employées pour la défense des villes assiégées, Vitruve indique un moyen employé, dans le travail des mines pour connaître si, dans le voisinage, l'ennemi en creuse une également. Le procédé est analogue à celui que l'on employait encore récemment, quand on menait les sièges d'après les règles usuelles, et que l'on faisait des mines et des contre-mines. On avait l'habitude de percevoir l'approche de l'ennemi à l'aide de vases remplis d'eau, dont les vibrations annonçaient les coups de pioche donnés dans le voisinage.

Vitruve cite l'épisode suivant, qui se serait produit pendant le siège d'Apollonie :

Pendant le siège d'Apollonie, l'ennemi songeait à creuser une mine pour pénétrer subrepticement dans la ville ; les habitants en furent avertis par un espion ; mais troublés par cette nouvelle, dans leur frayeur, ils ne savaient quel parti prendre, perdaient courage, ne pouvant savoir ni le moment, ni le lieu exact par lequel les ennemis devaient pénétrer dans la ville.

Trypton, d'Alexandrie, qui se trouvait là en qualité d'architecte, fit creuser plusieurs mines à l'intérieur des murs, les fit continuer au-delà de l'enceinte jusqu'à la portée d'une flèche, et suspendit dans toutes des vases d'airain. Dans une de ces mines, qui était rapprochée de celle de l'ennemi, les vases suspendus commencèrent à sonner par suite des coups des instruments de fer; on comprit d'après cela, dans quelle partie les ennemis creusaient leur mine pour pénétrer dans la place.

On accumula au-dessus de la mine ennemie des vases pleins d'eau bouillante, de sable brûlant, de poix.... qu'on fit tomber dans la mine, en creusant des trous pendant la nuit, et l'on fit ainsi périr les ennemis qui s'y trouvaient.

Vitruve, cite cet épisode et d'autres pour démontrer que dans la défense des places, l'habileté des architectes a été plus utile que l'emploi de machines pour détruire l'effet des stratagèmes employés par l'assiégeant.

OPTIQUE.

Vitruve ne traite incidemment que deux points relatifs à l'optique, dont le premier est relatif aux illusions d'optique, faisant voir les objets autrement qu'ils ne sont. Il cite ce fait à l'occasion des corrections que l'architecte doit apporter quelquefois au plan primitif, quand il s'aperçoit que l'effet produit n'est pas celui qu'il s'attendait à trouver

Illusions d'optique, dues en particulier à la réfraction.
(Livre VI, chap. II).

Tel objet, dit-il, a un autre aspect à portée de la main que quand il est très élevé, de même à l'intérieur et à l'extérieur; dans ces circonstances, il faut beaucoup de jugement pour décider ce que l'on doit faire. La vue, en effet, ne paraît pas donner toujours une appréciation exacte, et induit l'esprit à porter un faux jugement. Ainsi, dans les décors des scènes, les colonnes, les mutules, les statues semblent faire saillie . quoique le tableau sur lequel elles sont représentées soit sans aucun doute parfaitement plan. De même, les rames des navires, quand elles sont plongées dans l'eau, paraissent aux yeux être brisées ; les parties supérieures jusqu'à la surface de l'eau apparaissent dirigées comme elles sont ; les parties plongées envoient à travers la rareté transparente que la nature a donnée à l'eau, des images nageantes qui s'échappent de leurs corps, vers la surface supérieure de l'eau ; celles-ci, par l'agitation qu'elles y subissent, semblent produire pour les yeux l'aspect brisé de la rame.

Que nous voyons cela ou bien par l'envoi de simulacres ou par l'effusion de rayons partis des yeux, comme le veulent les physiciens, par l'une et l'autre cause, il semble que les choses sont de telle façon que l'aspect correspond à un faux jugement de l'organe de la vue.

Ce paragraphe est précieux à plus d'un titre ; il montre que le phénomène de la réfraction occupait déjà les savants, quoiqu'il n'ait été étudié sérieusement que par Ptolémée environ 200 ans plus tard. En second lieu, Vitruve hésite entre les deux théories données autrefois pour expliquer la vision, celle des simulacres partis des objects, adoptée par Épicure et Lucrèce, et la théorie des rayons oculaires, émanant de l'œil et allant par une sorte de tact, toucher les objets ; cette dernière théorie était celle des autres philosophes grecs, entre autres Platon et Aristote ; Vitruve semble pencher ici pour la théorie de Lucrèce. Le nom de physiciens désigne, suivant l'habitude, les philosophes de l'École Ionienne, Thalès, Anaxímandre..... qui se sont les premiers occupés de l'étude de la nature.

Sur la réflexion de la lumière et les miroirs. (Livre VII, chap. III).

A propos de l'épaisseur qu'on doit donner aux enduits, pour pouvoir ensuite les polir, Vitruve cite à l'appui les miroirs d'argent ; ce qui prouve que c'est surtout avec cette substance, très réfléchissante en effet, qu'étaient faits la plupart des miroirs à main, les seuls employés du reste dans l'antiquité :

Un miroir d'argent fait avec une lame trop mince, a des reflets incertains et faibles ; celui qui possède une rigidité suffisante peut supporter un poli effectué avec une certaine force, et donne des images nettes et possède un aspect brillant.

CHAPITRE VII.

CHIMIE.

Les notions de chimie les plus importantes que renferme l'ouvrage de Vitruve sont relatives aux matières colorantes employées pour les peintures murales (Livre VII), concordant en général avec les indications que donne Pline sur le même sujet. Il y a de l'hésitation sur la nature de certaines couleurs indiquées seulement par leurs noms, comme étant bien connues, ainsi que sur certains végétaux dont on employait les laques. Mais sous d'autres rapports, on trouve des détails intéressants sur la préparation de certaines couleurs artificielles, telles que la céruse, le minium, le noir de fumée, par des procédés presque identiques à ceux qu'on emploie encore aujourd'hui.

Vitruve divise les matières colorantes en deux grandes classes, les couleurs naturelles d'origine minérale, et les couleurs artificielles ; il distingue dans ces dernières celles de nature inorganique et celles de nature organique, telles que la pourpre et les extraits des plantes. Voici les points principaux de cette nomenclature :

Couleurs naturelles. (Livre VII, chap. VII).

Le Sil, nommé ὤχρα en grec, devait être l'ocre jaune ; il se trouve dans diverses localités, même en Italie ; le meilleur venait de l'Attique et se rencontrait sous forme

de veines dans l'exploitation des mines d'argent, qui semble avoir été abandonnée à l'époque de Vitruve, puisqu'il dit qu'on ne peut plus en avoir.

La Rubrique, paraît être la sanguine, abondante dans diverses localités; la meilleure venait de Sinope dans le Pont, d'Egypte, des îles Baléares, de Lemnos.

Le Parœtonium, tire son nom du lieu de son extraction; d'après Pline, ce serait une sorte d'argile blanche.

La Méline, venant de Mélos, une des Cyclades, serait également une sorte d'argile blanche, et par suite ces deux matières seraient probablement des argiles analogues au Kaolin.

La Craie verte; la meilleure venait de Smyrne, nommée en grec θεοδότιον, du nom du propriétaire de la mine; c'est probablement de la cendre verte ou un hydrocarbonate de cuivre.

La Sandaraque; la meilleure vient du Pont, près du fleuve Hyponis. Entre Ephèse et Magnésie, on trouve cette substance en poudre très fine, comme si elle avait été pilée et tamisée. D'après ce qui suit ce devrait être du minium naturel.

L'Auripigmentum, nommé ἀρσένικον en grec, extrait du Pont. C'est l'orpiment ou sulfure naturel d'arsenic.

Le Minium, qui est en réalité le vermillon. A ce sujet Vitruve entre dans des détails assez étendus sur l'extraction de ce minerai, la préparation du mercure, et les emplois de ce dernier métal.

On trouva, dit-on, le minium, pour la première fois sur le territoire de Cilbianis, près d'Éphèse. Le mode de traitement est très curieux. On retire de la mine des morceaux, nommés anthrax, avant qu'ils ne parviennent par divers traitements à l'état de minium; cette substance a plutôt la couleur brune du fer, avec une poussière rouge tout autour. Quand on l'extrait, elle émet sous le coup des outils, de nombreuses larmes

de vif argent, que recueillent immédiatement les mineurs. Quand ces morceaux ont été réunis dans l'usine, on les jette dans un four pour leur faire perdre l'humidité dont ils sont imprégnés ; quand la fumée excitée par l'action du feu est retombée sur le sol du four, ont trouve qu'elle est constituée par du vif argent. Après avoir enlevé les morceaux, les gouttes qui restent ne peuvent, à cause de leur petitesse être recueillies ; on les balaie dans un vase rempli d'eau ; là, elles se réunissent et se confondent en une seule masse.

Ce mercure n'est que le mercure natif, souvent mélangé au cinabre, que l'on enlève ainsi ; probablement une partie du minerai devait être grillée aussi en même temps et contribuer à augmenter la quantité de mercure ainsi recueillie.

Relativement aux qualités du mercure, Vitruve donne sa densité en indiquant que quatre setiers pèsent cent livres, et cite le fait qu'une pierre très lourde nage à sa surface, tandis qu'un scrupule d'or tombe au fond ; j'ai déjà cité ce passage dans la partie relative à l'hydrostatique.

Relativement aux emplois du mercure, Vitruve dit qu'on s'en sert pour dorer l'argent et l'airain, comme évidemment on a continué à le faire, jusqu'à la découverte de la dorure galvanique. Il sert en outre à retirer l'or des habits hors d'usage.

Quand de l'or a été mêlé au tissu d'un habit, que celui-ci usé à cause de sa vétusté, ne peut plus décemment être porté, les morceaux entassés dans un vase de terre, sont brûlés au-dessus d'un foyer. La cendre est rejetée dans de l'eau et on y ajoute du vif argent. Celui ci attire toutes les parcelles d'or et les oblige à s'unir à lui. Après avoir retiré l'eau, on le verse dans un linge et on le comprime avec les mains ; le vif argent s'écoule à travers les pores du linge à cause de sa fluidité, et l'or, réuni par la compression se trouve à l'intérieur.

Tout est parfaitement exact sauf en ce qui concerne le résidu de l'opération, que Vitruve sans doute n'avait jamais faite lui même, puisqu'il reste un amalgane solide d'or et de mercure, qu'on doit ensuite chauffer pour en extraire l'or pur.

Après cette intéressante digression sur les propriétés et les emplois du mercure, Vitruve revient au cinabre, dont il veut exposer le traitement employé pour le transformer en minium ou vermillon, donnant le nom d'anthrax au cinabre, tel qu'on le trouve dans la nature.

Les pierres elles-mêmes, quand elles ont été desséchées, sont brisées à l'aide de pilons de fer, pulvérisées, et après des lotions et des coctions nombreuses, qui enlèvent toute la gangue, il arrive que la couleur se produit. Le minium a perdu les propriétés naturelles qu'il possédait par suite du départ du vif argent; sa nature devient plus tendre et sans dureté.

Ces coctions et lavages ont évidemment pour but de produire la transformation du cinabre en vermillon, fabrication qui restait secrète probablement et que Vitruve ne connaissait que superficiellement. Il ajoute :

Les usines étaient autrefois situées près des mines d'Éphèse; elles sont actuellement transférées à Rome, parce que cette espèce de minerai a été trouvé dans des provinces d'Espagne; les morceaux extraits des mines de ce pays sont transportés à Rome par les soins des percepteurs des impôts. Les usines sont placées entre le temple de Flore et celui de Quirinus.

Il ajoute encore : « j'ai dit tout ce qui a pu me parvenir au sujet du minium », ce qui semblerait indiquer qu'il y avait là encore des secrets de métier qu'il ne connaissait pas.

Au sujet des peintures murales et du luxe qu'on y apporte, Vitruve parle déjà du prix des couleurs employées, telles que le minium, le chrysocolle, la pourpre, l'armenium, que le propriétaire devait fournir au peintre. C'est probablement à cause de son prix élevé que l'on avait été amené à frauder le vermillon en y ajoutant de la chaux. Vitruve indique le moyen de le constater, qui consiste à chauffer le cinabre suspect sur une lame de fer à un feu ardent et à constater s'il en résulte un changement de couleur de cette lame, quand elle est refroidie. Quoique ce que dit Vitruve manque de netteté, d'après ce que nous savons aujourd'hui, dans ces conditions, le cinabre disparaît

complètement par la combustion du soufre et la volatilisation du mercure; s'il y a de la chaux, celle-ci reste à la surface de la lame de fer. Le vermillon ne devait être employé qu'à l'intérieur des maisons; dans les lieux découverts, où les peintures sont soumises à l'action des rayons du soleil et de la lune, il s'abime et passe au noir. Vitruve cite à cette occasion le scribe Faberius, qui après avoir fait peindre avec du vermillon la façade de sa maison de l'Aventin, a dû au bout d'un mois le remplacer par d'autres couleurs.

Pour mieux préserver le vermillon, et lui conserver sa couleur, Vitruve conseille de vernir les murs avec le vernis employé autrefois pour recouvrir les tableaux, c'est-à-dire avec un mélange de cire et d'huile. Voici comment on doit procéder :

Quand le mur est poli et bien sec, on le recouvre au pinceau de cire punique liquéfiée par le feu et mélangée d'un peu d'huile ; ensuite, après avoir placé des charbons dans un vase de fer, on force cette cire en la chauffant fortement à couler le long du mur et à bien s'étendre ; enfin, avec une chandelle et des morceaux de linge, on la frotte comme on le fait pour les statues de marbre nues.

C'est ce qu'on nomme en grec καῦσις, (encaustique) ; ce revêtement de cire empêche l'éclat de la lune et les rayons du soleil de détruire la couleur des enduits.

Après ces longs développements sur le vermillon et le vif argent, Vitruve cite encore trois autres matières colorantes naturelles :

Le Chrysocolle, apporté de Macédoine, que l'on trouve dans le voisinage des mines de cuivre ; ce devait être probablement le lapis ou l'outremer.

L'Armenium et l'*Indicum*, sans autres indications; ces noms sont dérivés de ceux des lieux d'origine.

En résumé les couleurs naturelles employées par les anciens, étaient les suivantes :

le Sil (ocre), jaune brun,

la Rubrique (sanguine), rouge brun,
le Paraetonium et la Méline (argiles), blanc,
la Sandaraque (minium naturel?), rouge,
la Craie verte (cendre verte, Malachite), vert,
l'Orpiment, jaune d'or,
le Minium (vermillon), rouge,
le Chrysocolle (Lapis ou cendre bleue), bleu,
l'Armenium et l'Indicum : l'Indicum paraît être d'un rouge foncé ou bleuâtre, puisque plus loin Vitruve dit qu'on peut l'imiter avec de la lie de vin desséchée et avec le suc de l'Isatis tinctoria ou pastel. Le mot Indicum est peut-être l'origine du mot Indigo; cette substance venait probablement de l'Inde, où l'on prépare encore aujourd'hui l'indigo.

Des couleurs artificielles.

La couleur plus importante est le noir à cause de son emploi pour la fabrication de l'encre. C'était du noir de fumée qu'on obtenait par un procédé analogue à celui que l'on emploie encore aujourd'hui.

Noir. — On construit, dit Vitruve, un édifice en forme d'étuve, que l'on revet de marbre parfaitement poli; par devant on bâtit un petit fourneau, s'ouvrant dans l'étuve par des ouvertures et dont la porte est parfaitement close, de telle sorte que la flamme ne puisse se dissiper au dehors. Dans le fourneau on met de la résine; la puissance du feu la force en brûlant à émettre dans l'étuve par les ouvertures de la fumée qui adhère aux parois et à la voûte. On la recueille; une partie mêlée à de la gomme sert à faire l'encre à écrire; pour le reste les ouvriers peintres la mêlent à la colle et s'en servent pour peindre les murs.

A défaut de noir de fumée, Vitruve conseille de calciner des sarments de vigne ou des copeaux de pin, de réduire en poudre le charbon obtenu et de le mélanger à de la colle, comme on pourrait faire aujourd'hui avec du fusain.

Également de la lie de vin desséchée et cuite dans un fourneau et mêlée à de la colle, peut servir à faire une belle couleur noire; meilleur sera le vin dont elle provient, plus

facilement on pourra imiter la couleur noire, mais aussi celle de l'Indicum.

La lie de vin qui contient du tartre, donne en effet à la calcination un charbon très léger; desséchée seulement et provenant de vins très colorés, elle devait fournir une couleur rouge foncé, ce qui indique que l'Indicum avait cette couleur et était peut-être une sorte de sanguine. A défaut de méthodes pour analyser les substances et en connaître la véritable nature, l'aspect seul et la provenance pouvaient servir à les désigner; par conséquent, vu la variété des argiles et des divers oxydes de fer, donnant des couleurs depuis le jaune jusqu'au rouge et au brun, on ne pouvait désigner ces substances, comme on le fait encore aujourd'hui (terre de Sienne, par exemple) que par le lieu d'origine.

Bleu d'azure ou Cerulœus. — C'est à Alexandrie que fut faite d'abord cette substance; puis Vestorius en établit une fabrique à Pouzzol. Vitruve manifeste son admiration pour le procédé employé.

Du sable est broyé avec de la fleur de nitre, avec tant de soins qu'il en résulte comme de la farine ; on y mêle ensuite de la limaille de cuivre de Chypre, obtenue à l'aide de grosses limes ; on mouille et agglomère le tout ; on en fait des boules avec les mains et on les fait sécher. Une fois sèches, on les met dans un vase de terre (creuset), que l'on place dans un fourneau ; le cuivre et le sable échauffés par la violence du feu adhèrent ensemble, se donnent et reçoivent réciproquement des sueurs, perdent leurs propriétés et leur nature, et le tout achevé par la véhémence du feu prend une couleur bleue.

Evidemment il se forme ici une sorte d'émail bleu, par l'oxidation du cuivre, sous l'influence du nitre et la combinaison de l'argile avec la silice.

Ocre brûlée ou Usta. — Cette couleur pourpre s'obtient en calcinant du sil ou ocre et l'éteignant dans du vinaigre; c'est probablement un mélange de colcotar et d'acétate de peroxyde de fer.

Céruse. — Les Rodiens, pour préparer cette substance, mettent des sarments dans des tonneaux, y versent du vinaigre, et au-dessus des sarments placent des morceaux de plomb ; on ferme ensuite les tonneaux avec des couvercles ; après un certain temps, en ouvrant on trouve de la céruse, provenant des morceaux de plomb — c'est en réalité le procédé hollandais.

Vert de gris ou *Æruca.* — On le fabrique par le même procédé en remplaçant le plomb par des lames de cuivre — c'est du sous-acétate de cuivre.

Sandaraque. — En réalité, c'est le Minium actuel.

La céruse cuite dans un four, changeant de couleur par l'action du feu, on obtient de la sandaraque. On dit que ceci arriva d'abord par hasard à la suite d'un incendie ; cette substance fabriquée est d'un meilleur usage que celle qui se produit naturellement dans les mines d'où on la retire. Existe-t-il du minium naturel ? Il proviendrait peut-être d'incendies accidentels dans des mines contenant de la céruse naturelle.

Ici se termine la description des procédés propres à la préparation des matières colorantes de nature minérale. A la suite vient la description du procédé de la préparation de cette fameuse pourpre, si employée dans l'antiquité, et aujourd'hui complètement abandonnée.

De l'Ostrum ou Pourpre. — La substance même se nommait ostrum, parce qu'on la fabriquait avec des coquillages ; on réservait le nom de pourpre à la couleur des objets teints avec cette substance. La teinte était variable suivant la provenance.

Celle qui est préparée dans le Pont et la Galatie est noire, parce que ces régions sont rapprochées du Nord ; celle qui vient des régions du Nord-Ouest est livide ; à l'orient et à l'occident, elle est violette ; dans les régions du Midi, elle est rouge ; c'est ainsi qu'est celle de Rhodes et des autres régions voisines du soleil.

Quand les coquilles sont récoltées, on fait tout autour une incision avec

une lame ; il en coule, sous forme de larmes, une humeur pourpre, qu'on recueille dans un mortier, où on la travaille avec le pilon Comme cette substance est extraite de coquilles trouvées dans la mer, on la nomme ostrum. A cause de la présence de l'eau de mer elle se dessèche très vite, si on ne la conserve pas dans du miel.

La description de Vitruve n'est pas de nature à éclaircir beaucoup le procédé de la préparation de la pourpre ancienne, sur lequel il y existe encore beaucoup d'incertitude. Il est certain toutefois que la pourpre était d'un prix très éleve, vu sa rareté et la difficulté de s'en procurer des notables quantités ; aussi s'était-on efforcé de la remplacer par diverses laques et extraits de plantes tinctoriales.

Des couleurs tirées des végétaux. — Pour imiter la pourpre, on imbibe de la craie avec l'extrait de la racine de garance ou de l'hysginum (plante inconnue).

Pour imiter le sil de l'Attique, on jette des violettes desséchées avec de l'eau dans un vase, on fait bouillir sur le feu ; quand la coction est terminée, on les jette sur un linge, on exprime le suc avec les mains ; on reçoit dans un mortier l'eau colorée des violettes ; on y met de la craie d'Erétrie que l'on écrase, et on obtient une couleur semblable à celle du sil de l'Attique.

Le sil n'est autre que l'ocre, comme on l'a vu plus haut. Comment la violette peut-elle donner une couleur jaune ; peut-être ajoutait-on du vinaigre ou un acide, de manière à faire virer la couleur de la violette au rouge.

En mêlant du vaccinium (inconnu) et du lait, on a une couleur pourpre.

Si l'on n'a pas de chrysocole, substance rare et chère, on ajoute au cœruleum (azur artificiel), le suc d'une plante nommé lutum (gaude) et l'on obtient une couleur verte. Quand l'Indicum fait défaut, on teint de la craie selinusienne ou annulaire avec du vitrum (pastel) que les grecs nomment ἴσατις, et on imite ainsi la couleur de l'Indicum.

Sur l'action dissolvante des acides. (Livre VIII, chap. III).

Dans le livre VIII consacré tout entier à l'étude des sources d'eau potable et des eaux minérales, Vitruve, au milieu de beaucoup d'erreurs, dont quelques unes ont été plus d'une fois répétées jusqu'à la création de la chimie moderne, parle de toute espèce de sources minérales et de leurs effets thérapeutiques, dont il sera question plus loin. Entre autres il cite des sources acides, telles que celle de Lynceste, de Velino en Italie, de Téano en Campanie, et d'autres localités, qui ont la propriété de dissoudre les calculs qui prennent naissance dans la vessie. Ces eaux probablement sont des eaux bicarbonatées avec excès d'acide carbonique; voici comme il en explique les effets :

Ceci semble se passer naturellement, parce que des sucs acres et acides sont contenus dans la terre d'où jaillissent ces eaux, qui y puisent ainsi leur acreté. Quand elles ont pénétré dans le corps, elles dissolvent les dépôts et les concrétions nuisibles. On peut expliquer ainsi comment les acides possèdent cette action dissolvante. Si un œuf est placé quelque temps dans du vinaigre, son enveloppe se ramollit et se dissout. De même, plaçons du plomb, qui est mou et très pesant, dans un vase et plongeons le dans du vinaigre; si on ferme hermétiquement le vase, il arrive que le plomb est dissous et changé en céruse.

Par la même raison le cuivre, quoique d'une nature plus solide, traité de même, disparaît et devient du vert de gris. Enfin, des perles et la roche siliceuse, que le fer ni le feu ne peuvent attaquer, après avoir été chauffées par le feu, arrosées de vinaigre se fendent et se dissolvent.

Quand donc nous voyons ces faits se produire sous nos yeux, nous jugerons que par les mêmes causes naturelles les calculs pourront subir la même action de la part des acides à cause de l'acreté de ces derniers.

Il y a dans les citations relatives à l'action des acides, des faits justes et bien observés et des erreurs; entre autres le cristal de roche chauffé fortement et jeté dans l'eau froide acidulée ou non, se brise en morceau par suite du refroi-

dissement inégal des diverses parties. Néanmoins, on sent déjà là les premiers indices de la méthode expérimentale, appliquée en particulier à la thérapeutique et à l'explication des phénomènes du ressort de la physiologie.

Précautions à prendre dans le creusement des puits.
(Livre VIII, chap. VII).

Dans le livre VIII consacré aux sources d'eau, Vitruve parle du creusement des puits, quand on ne trouve pas de sources naturelles, et il est important, pour en bien choisir l'emplacement de bien tenir compte de tout ce que peut contenir le terrain.

A ce sujet, il revient sur les quatre éléments et attribue à l'air les émanations gazeuses qui se produisent au fond des puits.

La terre est en effet formée, comme toutes choses, de quatre principes : elle est elle-même terrestre ; elle contient de l'eau qui produit les sources, des chaleurs, d'où naissent le soufre, l'alun et le bitume, des souffles aériens puissants. En vertu de leur pesanteur, quand ceux-ci parviennent à travers des canaux jusqu'au fond des puits, ils sont nuisibles aux fossoyeurs ; leur vapeur naturelle s'insinuant dans les narines, obstrue les souffles animaux (arrêtent la respiration) ; si ceux-ci ne se sauvent rapidement, ils meurent.

Pour parer à cet accident, on devra agir ainsi. On descendra une lanterne allumée ; si elle continue à brûler, on pourra descendre sans danger ; si au contraire la lumière est éteinte par l'action de la vapeur, on creusera des évents à droite et à gauche du puits ; et ainsi ces gaz se dissipent par ses tuyaux comme par des cheminées.

On savait donc, à cette époque, mais évidemment sans s'en rendre compte, que les qualités de l'air devaient être les mêmes pour la respiration et la combustion.

Expérimentation de l'eau. (Livre VIII, chap. V).

Vitruve indique divers procédés pour reconnaître la qualité des eaux potables, dont quelques uns sont encore employés aujourd'hui. Il conseille d'examiner d'abord si l'eau coule à ciel ouvert avant d'être amenée par des tuyaux ; quelle est la santé, la complexion des habitants vivant sur le trajet du cours d'eau et en faisant usage.

Quand on vient de creuser une fontaine, on jettera de l'eau sur une lame d'airain de Corinthe (sorte d'alliage d'or, d'argent et de cuivre) ou de toute autre sorte d'airain ; si elle n'y fait pas de tache, elle sera bonne. On la fait bouillir dans un vase d'airain, puis on la transvase après l'avoir laissée refroidir ; si l'on ne trouve au fond du vase, ni sable, ni limon, on peut admette cela comme preuve de sa bonté.

Le dépôt effectué pendant la cuisson, démontre seulement que l'eau est plus ou moins calcaire, sans qu'on puisse en inférer qu'elle soit absolument mauvaise.

Les caractères suivants sont plus probants;

Si des légumes jetés dans un vase avec cette eau, mis sur le feu, cuisent rapidement, cela fera voir que l'eau est bonne et salubre. Si l'eau prise à la source même, est limpide et claire, que sur aucun point de son parcours, il ne s'y produit de la mousse (probablement des conferves), des joncs, qu'elle n'est pas salie par aucune ordure, qu'elle conserve l'aspect de pureté, à ces signes on reconnaîtra qu'elle est légère et très salubre.

La non cuisson des légumes, indique, comme l'on sait, la présence des sels de chaux. Les végétations qui prennent naissance dans les cours d'eau, y introduisent des matières organiques en décomposition, qui les rendent insalubres.

CHAPITRE VIII.

HISTOIRE NATURELLE. — GÉOGRAPHIE. — GÉOLOGIE. — MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION.

De l'époque à laquelle on doit couper le bois. (Livre II, chap. IX).

A l'occasion de la description des bois employés dans les constructions, Vitruve indique l'époque à laquelle la coupe du bois peut être faite dans les meilleures conditions ; c'est au commencement de l'automne, avant que le Favonius commence à souffler (vent d'Ouest). Il compare l'arbre sur le point de produire les feuilles et les fruits, à une femme enceinte qui est moins solide, en moins bonne santé qu'après la délivrance, comme le démontre la vente des esclaves; dans les ventes, en effet, celles qui sont enceintes ne sont pas garanties être bien portantes. En laissant de côté cette analogie plus ou moins juste, Vitruve reconnaît qu'au printemps les tissus du bois sont humides et spongieux, tandis qu'à l'automne, après la chute des feuilles et la maturation des fruits, ils gardent les sucs puisés par les racines dans le sol et retrouvent leur ancienne solidité, accrue encore par l'action du froid de l'hiver. Quoique ne connaissant pas la double circulation de la sève dans les arbres, il recommande avant de couper les arbres, d'y faire une incision assez profonde, et de ne les couper définitivement que quand tout le liquide aura cessé de s'écouler par la section ainsi faite.

Sur les caractères différents des peuples septentrionaux et méridionaux. (Livre VI, chap. I).

A l'occasion de la forme et de la disposition différente à donner aux maisons suivant les climats, Vitruve entre dans de longs détails sur les différences de structure, de constitution des peuples suivant la latitude des pays qu'ils habitent, évidemment par rapport à la situation de Rome.

Il semble attribuer les variétés des climats surtout à la sécheresse des pays tropicaux et à l'humidité plus grande des pays septentrionaux, conséquence de l'action calorifique plus ou moins grande du soleil.

L'influence de l'obliquité des rayons solaires n'ayant pas encore été bien observée, Vitruve semble admettre de préférence une plus grande proximité du soleil pour les pays tropicaux que pour les septentrionaux.

De là vient, dit-il, qu'au septentrion vivent des peuples à corps immenses à peau blanche, à cheveux droits et roux, avec des yeux verts et beaucoup de sang, parce que leur constitution correspond à l'abondance de l'humidité et à la basse température du ciel. Les peuples voisins de l'équateur, soumis au cours du soleil, ont, à cause de l'ardeur de ses rayons, des corps plus petits, une couleur foncée, des cheveux frisés, des yeux noirs, des jambes faibles, peu de sang. A cause de cette rareté de leur sang, ils n'osent résister aux armes, mais supportent sans crainte les chaleurs et les fièvres, parce que leur corps s'est développé dans la chaleur. Les hommes du nord sont plus faibles, redoutent plus la fièvre ; mais à cause de l'abondance de leur sang, ne craignent pas la vue des armes.

Après avoir indiqué les différences de structure et de constitution dues au climat, opposant la mollesse des peuples méridionaux au courage de ceux du Nord, Vitruve parle de l'influence du climat sur la manière de parler et d'agir, et fait à ce sujet des remarques qui ont un certain fond de vérité.

A cause de la subtilité de l'air, de la grande chaleur du climat, les

peuples du Midi ont plus d'activité, de rapidité dans la conception de leurs projets. Ceux du Nord, sous l'influence d'une atmosphère épaisse, refroidis par l'humidité constante du ciel, ont les esprits engourdis.

Il cite, comme preuve démonstrative, les serpents qui s'engourdissent pendant l'hiver et se meuvent, au contraire, rapidement pendant les chaleurs de l'été. Aussi, ajoute-t-il, ne doit-on pas s'étonner si l'air chaud rend les esprits des hommes plus vifs, et l'air froid plus lents. Les nations du Nord ont donc l'esprit lourd, la conception lente ; celles du Midi un esprit prompt, de la sagacité, mais peu de courage. La conclusion est facile à prévoir :

La nature a ainsi disposé le monde, de telle sorte que les nations soient dissemblables par leur constitution ; mais il lui a plu de placer au milieu de toutes les régions qui forment le globe terrestre, celle qu'habite le peuple Romain.

Les nations de l'Italie sont, en effet, parfaitement équilibrées par rapport à la vigueur du corps et de l'esprit et le courage. De même que la planète Jupiter, circulant entre la planète brûlante de Mars et la planète glacée de Saturne, est elle-même tempérée, de même l'Italie, située entre le Nord et le Midi, l'emporte sur l'un et l'autre par les qualités qu'elle leur emprunte à tous deux. Elle triomphe des Barbares par son courage, et des Méridionaux par sa prudence. Ainsi donc, c'est à une pensée divine que la cité du peuple Romain a dû d'être placée dans une région excellente et tempérée, afin qu'elle devînt la maîtresse du monde.

Il y a là évidemment des observations justes sur les différences qui existent entre la complexion des hommes du Nord, les Gaulois, par exemple, et les Africains, que Vitruve avait eu occasion de voir probablement, quand il faisait partie de l'armée de César. On ne peut cependant se refuser à reconnaître que le centre de la civilisation s'est un peu rapprochée du Nord, chez ces peuples lourds et apathiques à cause de l'humidité de leur climat.

Mais la plus singulière remarque de Vitruve au sujet de l'effet des climats, c'est que les peuples du Nord devaient avoir une voix grave et ceux du Midi une voix plus aigüe. Il en donne d'assez singulières raisons. Il indique

assez confusément la construction d'un triangle à la surface de la terre, dont le sommet serait vers l'équateur, et la base vers le pôle, semblable à l'instrument que les Grecs nomment σαμβύκη dans lequel on mettait des cordes de divers longueurs. Les nations placées vers le Midi, chez lesquelles le pôle est peu élevé au-dessus de l'horizon, ont une voix grèle et frêle, comme la corde placée dans l'instrument de musique près du sommet; vers le milieu de la Grèce, l'échelle des sons est déjà plus grave et de plus en plus à mesure que l'on s'avance vers le Nord. Dans ce passage, Vitruve semble un peu partager les idées de Pythagose sur les rapports de l'organisation du monde et des règles de la musique, quand il dit :

Il semble ainsi que le monde a été complètement conformé en harmonie et en entière consonnance avec la température due au soleil.

Revenant sur le même point, il dit que les peuples du Midi atteignent les sons élevés du Nete et du Paranete; celles du Nord, toujours à cause de l'humidité, ont un timbre de voix dans le voisinage des Hypates et du Proslambanomenos. Comme preuve que l'humidité a pour effet d'abaisser la voix, il indique l'expérience suivante, tout au moins ingénieuse, si les conclusions qu'il en tire, sont un peu forcées :

Deux coupes égales entre elles, faites de terre poreuse et cuites au four, de même poids, rendent par le choc le même son ; l'une d'elles est plongée dans l'eau, d'où on la retire ensuite ; on les frappe de nouveau toutes deux. On constate, en le faisant, que les sons ne sont plus les mêmes, et qu'elles n'ont plus le même poids. Ainsi, les corps des hommes, quoique de même configuration, à cause de la chaleur de la région, viennent les uns frapper l'air de sons aigus, les autres, à cause de l'abondance de l'humidité, rendent des sons plus graves.

L'observation a-t-elle montré que l'Italie, qui a produit tant de grands chanteurs, a donné plus de ténors, la France et l'Allemagne plus de basses et de barytons?

Mario était italien, mais Dupré et Nourit étaient français ; nous ne parlons pas, bien entendu, des chanteurs exceptionnel, pour l'acuité de leur voix,qui se trouvaient autrefois dans la chapelle du Vatican. Pour les cantatrices, il est hors de doute que celles qui ont eu le registre de voix le plus élevé, telles que la Frezzolini, l'Alboni..., étaient italiennes; mais elles possédaient, pour la plupart, en même temps le registre grave des contralto.

Sur la manière de trouver les sources. (Livre VIII, chap I).

Vitruve indique divers moyens, dont quelques-uns très ingénieux et pratiques, pour découvrir les sources souterraines, ou plutôt les localités où en creusant des puits on peut espérer trouver de l'eau à une faible profondeur.

On se couche par terre au lever du soleil, le menton appuyé sur le sol ; les endroits où l'on voit des vapeurs ondoyantes dans l'air, on devra creuser ; car, dans un lieu sec, ce signe indiquant la présence d'une nappe souterraine fait défaut.

On doit consulter la nature du terrain ; dans la craie il y a peu d'eau et elle est d'une mauvaise qualité ; de même dans le sable meuble ; si on en trouve à une grande profondeur, elle est limoneuse et d'un mauvais goût. Dans les terre noires, on trouve de l'eau très bonne, s'infiltrant peu à peu pendant l'hiver jusqu'à un fond solide et compact. Les désignations des terrains sont trop incertaines pour qu'on puisse bien comprendre et suivre Vitruve dans la nomenclature de ceux où abondent les bonnes sources. Il indique, en résumé, comme en fournissant d'abondantes et de bonne qualité, les diverses espèces de terrains formés de sable, la pierre rouge, le pied des montagnes, et les rochers siliceux.

Dans les fontaines qui se trouvent dans les plaines, les sources sont

saumâtres, pesantes, tièdes et désagréables, à moins qu'elles ne partent des montagnes pour aller sous terre jaillir au milieu des champs, où, protégées par l'ombre des arbres, elles offrent la même douceur que celles des montagnes.

La présence des plantes aquatiques, de saules, joncs, roseaux..... dans des endroits non marécageux, indique la présence de sources souterraines.

Si ces divers indices font défaut, on fera les recherches suivantes. On creusera une fosse ayant une largeur de trois pieds dans tous les sens, et ayant une profondeur de cinq pieds ; on y placera vers le coucher du soleil un vase d'airain ou de plomb, ou un bassin quelconque, après l'avoir enduit d'huile intérieurement et renversé ; on couvrira la fosse de roseaux ou de branches, au-dessus desquels on mettra de la terre ; le jour suivant on l'ouvrira ; si au vase adhèrent des gouttes d'eau ou de l'humidité, cela prouvera que cet endroit contient de l'eau.

On peut remplacer le vase métallique par un vase de terre, une toison, ou une lampe allumée ; si on la trouve éteinte le jour suivant quoique encore pleine d'huile et humide, cela prouvera la présence de l'eau, puisque la chaleur même modérée attire à elle l'humidité ; de même encore, si en faisant du feu, de manière à faire chauffer le sol, on voit s'élever une vapeur épaisse.

Vitruve conseille de chercher les sources dans les montagnes, dans les régions tournées vers le Nord, à cause de l'ombre projetée qui s'oppose à l'action du soleil, et de la présence des forêts qui produisent le même effet. Il connaissait, en effet, déjà l'effet des forêts pour retenir les eaux de pluie et la neige, car il dit :

Les régions montagneuses reçoivent de nombreuses pluies, et à cause des forêts qui s'y trouvent, les neiges sont conservées par l'ombre des arbres et des montagnes ; fondues ensuite, elles s'écoulent à travers les veines de la terre, parviennent ainsi jusqu'au pied des montagnes, d'où jaillissent les fontaines.

Les plaines échauffées par le soleil, qui fait évaporer l'eau, ont moins de sources, et celles qui y existent sont

moins bonnes à cause de l'évaporation des parties les plus subtiles ; il ne reste que les parties les plus lourdes, dures et d'un mauvais goût.

Du cours des fleuves du Nord au Sud. (Livre VIII, chap. II).

Comme preuve que les vents du Midi amènent plus d'humidité que les vents du Nord, vents qui donnent lieu à la condensation de la vapeur dans les montagnes dirigées de l'Est à l'Ouest, sur la face dirigée vers le Sud, Vitruve cite le fait que la plupart des fleuves et les plus grands, décrits et dessinés par les géographes sur les cartes, coulent du Nord au Sud. Il donne ainsi un échantillon des notions de géographie qui avaient cours de son temps et qui sont parfois un peu fantaisistes.

Voici les noms des fleuves cités comme coulant du Nord au Sud,

D'abord dans l'Inde, le Gange et l'Indus sortent du Mont-Caucase. En Syrie, il y a le Tigre et l'Euphrate ; en Asie, dans le Pont, le Borysthène, l'Hypanis et le Tanaïs : en Colchide le Phase ; en Gaule le Rhône ; en Celtique le Rhin ; contre les Alpes le Timave et le Pô ; en Italie le Tibre ; en Marusie, que nous appelons Mauritanie, on trouve le Dyris qui, sorti du versant septentrional du Mont-Atlas, coule vers l'occident vers le lac Heptabole, et changeant de nom est appelé Niger ; ensuite du lac Heptabole, coulant sous des montagnes désertes, il arrose les pays méridionaux, et il se rend dans le lac Coloé, qui entoure Méroé, laquelle est le royaume d'Ethiopie méridional ; au sortir de ces marais, il forme au milieu de ses détours les fleuves Astaboras et Astasobas et plusieurs autres ; il parvient à travers les montagnes à la cataracte ; de là, il se précipite au Nord, parvient entre Eléphantis et Syène dans les champs Thébaïques de l'Egypte, et là, prend le nom de Nil.

Le cours tant soit peu fantaisiste du Nil semble cependant renfermer quelques aperçus de la réalité, comme la réunion des deux branches du Nil en Nubie, probablement le Nil bleu et le Nil blanc, et peut-être leur source dans les grands lacs de l'Afrique centrale. Mais on voit que Vitruve

raconte tout cela plutôt d'après les traditions que par ce qu'il a pu voir, témoin le Borysthène (le Dniéper) coulant dans le Pont, le Rhin allant du Nord au Sud, et les sources du Nil. La preuve que c'est bien en Mauritanie que le Nil prend sa source, c'est que, dit-il, de l'autre côté du Mont-Atlas existent d'autres sources de fleuves coulant vers l'Océan occidental, où l'on trouve des ichneumons, des crocodiles et d'autres animaux et des poissons semblables à ceux du Nil, excepté des hippopotames.

Des eaux thermales. (Livre VIII, chap. II).

Vitruve explique l'existence des eaux chaudes ou thermales par ce fait que quand le feu s'est allumé dans de l'alun, du bitume, du soufre, il échauffe la terre, envoie au-dessus des vapeurs chaudes et échauffe ainsi les sources supérieures sans en changer le goût.

Pour les sources froides qui ont un goût désagréable, il admet qu'elles ont parcouru les parties profondes et très chaudes de la terre, mais qu'elles se sont refroidies avant d'arriver à la surface, tout en conservant une couleur et une odeur particulières. Ce qui le frappe surtout, c'est que ces eaux, quoique froides, paraissent comme bouillonnantes, évidemment à cause des bulles de gaz, qui s'échappent du liquide ; mais comme la différence entre les gaz et les vapeurs n'était pas connue à son époque, ni même beaucoup plus tard, Vitruve admet que :

Celles qui sont froides, paraissent à l'aspect être brûlantes, parce que quand elles ont pénétré profondément dans un lieu brûlant ; par suite du combat de l'humidité et du feu, elles reçoivent des souffles violents et sonores, et gonflées ainsi par la force du vent comprimé, elles sortent sous forme de sources abondantes en bouillonnant. Celles qui ne trouvent pas d'issue, mais sont retenues par des roches ou tout autre obstacle, sont poussées par la force de l'air, à travers des conduits étroits jusqu'au sommet des montagnes.

Vitruve montre quelle erreur on commet en creusant un large puits au sommet des montagnes, dans l'espoir d'y trouver des sources, et cite comme exemple, l'eau chauffée, qui bouillonne dans un vase à moitié plein et fermé, soulève le couvercle et s'échappe au dehors. Si l'on ôte le couvercle, ayant émis dans l'air ses bouillonnements, elle retombe à son niveau. De même, les sources comprimées dans des espaces étroits, s'élèvent par les gaz qui les font bouillonner jusqu'au sommet; dans des conduits larges, les gaz se dégagent et l'eau retombe à son niveau.

Il y a là quelques faits bien observés sur l'influence des gaz contenus dans l'eau pour produire leur ascension par suite de la compression qu'ils exercent, quoique Vitruve ne voie dans cette ascension qu'une certaine analogie avec la mousse qui se développe à la surface des liquides en ébullition.

Sur la diversité des productions des diverses régions.
(Livre VIII, chap. III).

Dans le Livre VIII, Vitruve donne une longue énumération des propriétés des diverses espèces de sources minérales, les unes exactes, les autres complètement fabuleuses ; j'en dirai quelques mots dans un autre chapitre à l'occasion des notions de médecine. Pour expliquer les diverses propriétés et saveurs des eaux par la nature du terrain, il montre que celle-ci influe également sur la nature des plantes et des fruits ; il cite à ce propos les diverses espèces de vignes, donnant des vins différents, telles que les vignes de Lesbos, de Lydie, de Méonie ; celles de Sicile donnent le mammertin, celle de Campanie le falerne, et à Terracine et Fundi le cécube.

Cela ne peut être dû qu'à ce que les sucs de la terre, introduits dans les racines des arbres en nourrissent la substance de leurs propriétés ; ils s'élèvent jusqu'au sommet, et communiquent aux fruits la saveur particulière de la localité et de leur espèce.

Il cite encore, à l'appui de cette opinion, les productions spéciales à diverses régions, telles que les aromates de Syrie et d'Arabie, l'encens, le poivre, la myrrhe, le laser de la Cyrénaïque (peut-être l'assa fœtida, si estimée des gourmets Romains). Mais sa comparaison cesse d'être exacte, quand il n'attribue cette diversité de productions, ainsi que les différences que présente le bétail qu'à la latitude et à l'action plus ou moins intense du soleil. A défaut de la connaissance de constitution géologique des terrains, en admettant surtout l'existence des quatre éléments, il était difficile de trouver une autre cause à cette différence de productions des diverses régions que dans l'action plus ou moins intense de l'insolation. Du reste, aujourd'hui encore, malgré nos connaissances infiniment plus exactes de la constitution du sol et du sous-sol, la géographie botanique en est encore presque complètement à la partie purement descriptive, et, ce n'est qu'en se fondant sur la théorie de l'évolution, que l'on peut trouver les raisons pour lesquelles certaines régions possèdent exclusivement une flore et une faune spéciales; d'autant plus que par l'importation, on arrive à acclimater complètement certains végétaux exotiques. Pourquoi, par exemple, la pomme de terre était-elle restée confinée complètement en Amérique, et s'est-elle adaptée ensuite à toute espèce de climats, en donnant de nombreuses variétés?

Des briques. (Livre II, chap. III).

Dans le Livre II, Vitruve s'occupe surtout des divers matériaux de construction; il commence par la fabrication des briques; mais il ne donne que la fabrication des briques crues; les briques cuites étaient également employées dans les constructions; elles étaient faites évidemment avec les mêmes matériaux, sauf la cuisson postérieure. Il indique, en effet, qu'on employait également les briques cuites, comme il le dit à l'occasion de la construction des

murs des villes, que l'on fait, soit avec des roches taillées, ou du silex, ou des moellons, ou bien des briques crues ou cuites ; les murs de Babylone auraient été ainsi faits de briques cuites reliées par du bitume au lieu de sable et de chaux.

On ne doit pas prendre pour faire les briques de l'argile qui soit mélangée de sable, de cailloux ou de gravier, parce que ces substances les rendent lourdes, ensuite parce qu'elles se désagrègent quand elles sont frappées par la pluie dans les murs, et que la paille n'y adhère pas bien à cause des aspérités. Il faut les faire avec de la terre crayeuse blanche ou rouge, ou du sablon mâle. Ces substances, à cause de leur douceur ont de la plasticité, ne sont pas lourdes dans les constructions, et se travaillent facilement.

Tous les commentateurs sont dans l'indécision sur ce que l'on doit désigner par l'expression de mascula sabulo ou de sablon mâle. Ces briques sèches doivent être préparées au printemps ou à l'automne, afin que la dessiccation se fasse lentement. Si on les fait pendant l'été, la surface extérieure se dessèche trop vite, et l'intérieur restant humide, se contracte plus tard et les rend fragiles.

Les briques encore humides placées dans les murs, se contractent par la dessiccation et abandonnent l'enduit qui, à cause de sa faible épaisseur, se brise. Il conseille, par suite, de laisser sécher les briques au moins deux ans. A Utique, on ne permettait d'employer des briques pour les constructions qu'au bout de cinq ans. A Calentum en Espagne, à Marseille en Gaule, à Pitane en Asie, on fabriquait des briques tellement légères qu'elles nageaient sur l'eau ; malgré cela, elles étaient imperméables à l'eau, et très utiles dans les constructions à cause de leur légèreté.

Du sable. (Livre III, chap. IV).

Vitruve signale quatre espèces de sable ; celui de carrière, le blanc, le noir, le rouge et le carboncle. Ce carboncle semble être une sorte de sable volcanique, analogue à la

pouzzolane, mais noir, puisqu'il est assimilé à du charbon. Plus loin, dans le même livre, en effet, il dit que comme dans la terre de Campanie, la terre brûlée devient de la cendre, en Etrurie, le carbunculus provient de substances brûlées. Il est plus mou que le tuf, plus solide que la terre; quand celle-ci est brûlée complètement par la vapeur, il en résulte en plusieurs localités ce genre de sable nommé carbunculus.

Pour reconnaître les qualités du sable, Vitruve conseille de le frotter dans les mains; il doit alors faire du bruit; s'il contient de la terre, il est moins rugueux; jeté sur un vêtement blanc, puis enlevé, il ne doit pas le salir ni y laisser de terre.

A défaut de sable de carrière, on peut prendre du sable de rivière, soit du fond, soit des bords, même du bord de la mer. Celui-ci cependant présente l'inconvénient (évidemment à cause des sels provenant de la mer) de se dessécher difficilement. Il est surtout mauvais pour les enduits, parce qu'il fait ressortir le sel ou se salpêtre. Le sable de carrière est préférable; toutefois on ne sait trop quelle est l'origine de l'idée de Vitruve, que le sable extrait depuis longtemps, par suite de l'action du soleil, de la lune et de la gelée est désagrégé et devient terreux. On ne voit pas non plus pourquoi le premier convient mieux pour les constructions et le second pour les enduits.

De la chaux. (Livre II, chap. V).

Vitruve distingue nettement les deux espèces de chaux; celle qui est faite avec des pierres dures et denses, c'est-à-dire la chaux maigre qui est bonne pour les constructions; celle qui est faite avec des pierres poreuses ou la chaux grasse sert pour les enduits. Pour faire le mortier, à une partie de chaux éteinte, on mêle trois parties de sable de carrière ou deux de sable de fleuve ou de mer.

C'est probablement en volume que ces proportions sont données et cette différence doit tenir à ce que ces dernières espèces de sable étaient à grains plus fins et parconséquent plus compacts. Il conseille d'ajouter au sable de rivière ou de mer une troisième partie de tuiles concassées. J'ai déjà donné précédemment les raisons par lesquelles Vitruve explique l'adhésion de la chaux cuite et éteinte au sable et aux moellons.

De la pouzzolane (Pulvis puteolanus) (Livre II, chap. VI).

Vitruve parle avec admiration de la poudre ou cendre naturelle que l'on trouve dans les environs de Baïa et les champs municipaux autour du Mont Vésuve; c'est la pouzzolane ou cendre volcanique.

Les anciens en connaissaient l'emploi pour les constructions hydrauliques.

Mélangée avec des pierres et de la chaux (béton moderne) elle donne de la solidité aux autres édifices, et en outre les constructions faites dans la mer se solidifient. Ceci paraît provenir de ce que sous ces monts et cette terre se trouvaient de nombreuses fontaines bouillantes, qui n'existeraient pas si, dans les profondeurs elles ne recevaient l'action des feux intenses sortis du soufre, de l'alun et du bitume. Par suite le feu et la vapeur de cette flamme pénétrant profondément et brûlant dans les veines de la terre rend cette terre légère, et le tuf qui prend ainsi naissance est desséché et sans liquides. Donc quand les trois substances formées toutes trois par l'action du feu, arrivent à former un mélange et après avoir reçu subitement de l'eau, elles adhèrent, se durcissent et se solidifient sous l'action de cette humidité, et ni les flots, ni la force de l'eau ne peuvent les disjoindre.

Vitruve dit d'abord qu'on ajoute à la pouzzolane de la chaux et du cœmentum, mot qu'on traduit par moellon; à la fin du même chapitre, il semble dire qu'on doit préférer des morceaux de pierre ponce. On pourra remarquer aussi, comme pour la production des eaux thermales, que les substances principales capables de produire des feux sou-

terrains se réduisent au soufre, à l'alun, et au bitume. Qu'est-ce que Vitruve entendait au juste par alumen ? Le soufre et le bitume étaient combustibles ; mais l'alunite, que l'on trouve encore dans les régions volcaniques de l'Italie, ne l'était pas. Comme preuve de l'existence des feux souterrains qui ont servi à la formation de la pouzzolane et de la pierre ponce, Vitruve cite les grottes des monts de Cumes et de Baïa, que l'on emploie comme étuves naturelles pour y obtenir des sudations.

Il dit aussi que l'on rapporte que sous le Vésuve autrefois l'ardeur du feu avait augmenté, était devenue très intense, et qu'il avait vomi des flammes sur les champs environnants. Cela tendrait à prouver que la fameuse éruption de 70, où périt Pline l'ancien, n'a probablement pas dû être la première, d'après ce que dit Vitruve ; seulement la précédente fut probablement très ancienne. La présence des pouzzolanes et des pierres ponces dans les champs phlégréens, démontre bien qu'il avait dû y avoir des éruptions plus anciennes que celle qui a constitué le Vésuve à l'état de volcan en action, tel qu'il existe aujourd'hui ; le nom de Pompeïe ajouté à celui de la pierre ponce montre que l'éruption qui ensevelit cette ville ne devait pas être la première. Il dit en effet :

Par suite la pierre ponce est appelée pierre poreuse (spongea) ou pierre de Pompeïe ; elle provient de la cuisson d'une autre pierre et a pris par suite les qualités qu'elle possède.

Cette génération de la pierre ponce et de la pozzolane sur place par l'effet de la chaleur souterraine, prouve que Vitruve n'avait pas vu d'éruption volcanique, ni de projections de pierres ponces et de cendres. Il considère en effet la pierre ponce comme provenant du tuf et de la terre par la cuisson, par suite d'une action analogue à celle qui produit la chaux, par l'évaporation de l'eau. L'analogie de l'aspect de la pierre ponce avec celui du tuf ou travertin, si abondant aux environs de Tivoli, lui avait fait croire évi-

demment à la transformation de l'un dans l'autre. Vitruve élève lui-même l'objection qu'il y a des sources thermales dans divers pays, mais qu'elles fournissent diverses espèces de produits suivant la nature du sol qui les constitue ; dans les unes il est sableux, dans les autres terreux ou formé de gravier. Quelle distinction établit Vitruve entre les mots sabulosus et arenosus ? Probablement dans l'aspect ou la grosseur des grains. Il termine cette énumération en faisant remarquer en particulier que les feux souterrains ont produit en Campanie la pouzzolane et en Etrurie le carbunculus.

CHAPITRE IX.

HYGIÈNE. — MÉDECINE.

Sur le choix de localités salubres. (Livre I, chap. IV).

A l'occasion du choix de l'endroit où l'on doit fonder une ville, Vitruve examine diverses conditions de situation ou de voisinage qui peuvent contribuer à la salubrité d'une localité, ou y être contraires. Il conseille de choisir un lieu :

Elevé, non nébuleux, ni exposé aux gelées, dans une région ni trop chaude, ni trop froide, mais tempérée ; on évitera surtout le voisinage des marais.

Il est difficile, pour ne pas dire impossible, de réunir toutes ces conditions à la fois. A plusieurs reprises, Vitruve revient sur la funeste influence du voisinage des marais sur l'hygiène des villes, à cause des exhalaisons pestilentielles provenant des animaux qui les habitent, et arrivant mêlées aux vapeurs qui s'élèvent par l'effet du soleil levant. On sait, en effet, que c'est le matin, un peu avant le lever du soleil, au moment de la chute de la rosée et de la condensation de la vapeur que les exhalaisons paludéennes sont le plus à redouter.

Vitruve semble donc attacher une grande importance à la présence de certains animaux dans les marais et attribuer à leur présence l'effet pestilentiel de ces marais ; cette croyance a dû se conserver longtemps ; car, dans les légendes, c'est presque toujours au milieu des marais que l'on place le séjour des hydres et des dragons, qui par leur haleine seulement répandaient la mort autour d'eux. Plus loin, en effet, il parle de villes situées dans des marais voisins de la mer ; les uns, comme ceux qui avoisinent Alténum, Ravenne et Aquilée, ne sont pas nuisibles, parce qu'ils sont situés au-dessus du niveau de la mer :

Par des canaux, il y a écoulement de l'eau vers le rivage ; la mer se trouvant au contraire enflée par des tempêtes, le niveau de l'eau s'élève et s'étend jusqu'aux marais ; par suite de cette mixtion amère, les genres des animaux paludéens ne peuvent y prendre naissance ; ceux qui arrivent de lieux plus élevés dans les marais sont tués par l'eau salée à laquelle ils ne sont pas accoutumés.

Les marais dont les eaux sont stagnantes, et n'ont de sortie et d'écoulement ni par des fleuves, ni par des canaux, comme les marais Pontins, entrent en putréfaction, et émettent des vapeurs lourdes et pestilentielles.

A l'appui de cette action de marais, Vitruve cite ce fait, que les habitants de la ville de Salapia, fondée en Apulie

par Diomède à son retour de la guerre de Troie ou par Elphias de Rodes, demandèrent à M. Hostilius de changer de résidence à cause de l'insalubrité de leur ville. Moyennant un faible tribut, celui-ci leur obtint du Sénat et du peuple Romain la concession d'une localité salubre située sur le bord de la mer ; faisant en outre communiquer un lac voisin avec la mer, il en fit un port pour la nouvelle cité, construite à quatre milles de l'ancienne dans un endroit très sain.

Vitruve conseille d'éviter les expositions du midi et du couchant, à cause de la trop grande chaleur qui en résulte, nuisible non seulement aux hommes, mais aussi à la conservation des aliments, des fruits et du vin. Il donne comme preuve de la débilitation produite par la chaleur, le fer qui étant échauffé, peut être forgé et recevoir toute espèce de formes, redevient dur et reprend ses premières propriétés, quand il est plongé dans l'eau froide, ce qui prouve que l'on connaissait l'effet de la trempe sur le fer et l'acier.

On doit aussi considérer, dit-il, que non seulement dans les lieux malsains, mais aussi dans ceux qui sont salubres, tous les corps s'affaiblissent par la chaleur, et pendant l'hiver les régions qui sont le plus malsaines sont rendues salubres, parce qu'elles sont fortifiées par le refroidissement.

De même, les personnes qui vont des régions froides dans les régions chaudes ne peuvent le supporter, et sont accablées ; celles qui de localités chaudes passent dans les régions froides du septentrion, non seulement n'ont pas leur santé atteinte par ce changement, mais au contraire s'en trouvent très bien.

Quant à la raison pour laquelle la chaleur produit cet effet, Vitruve la cherche toujours dans le principe de la constitution des corps par les quatre éléments d'Empédocle, qui en se mélangeant en diverses proportions forment les divers animaux avec leur tempérament particulier, comme on l'a vu plus haut pour les arbres. L'introduction d'une trop grande chaleur par l'action du soleil, de l'humidité, des éléments terrestres par un excès

de nourriture, d'air par la lourdeur de l'atmosphère, troublent l'équilibre primitif. A l'appui de cette opinion, il indique la manière dont entrent les quatre éléments dans les divers animaux.

Les oiseaux ont peu de terre, d'humeur, modérément de chaleur, beaucoup d'air ; formés des principes les plus légers, ils se soutiennent facilement dans l'air. La nature aquatique des poissons, est tempérée quant à la chaleur ; elle est formée surtout d'air et de terre, a peu d'humide ; moins ils ont de principes d'humide dans le corps, mieux ils se comportent dans l'eau. Les animaux terrestres, ayant modérément d'air et de chaleur, moins de terre et plus d'humidité, comme les parties humides abondent, ne peuvent longtemps prolonger leur vie dans l'eau.

Vitruve revient encore sur le même point dans la partie du livre VIII où il veut montrer toute l'utilité de l'eau, comme préambule à la description des moyens employés pour la recherche des sources et les amener dans les villes.

Nous remarquons non seulement que tous les corps qui naissent sont formés de ces éléments, mais que toutes les choses ne peuvent être nourries, croître et se conserver que par leur action. Les animaux ne sauraient vivre sans respirer l'air, qui pénétrant abondamment dans la poitrine en produit continuellement la dilatation et la contraction.

Si la quantité de chaleur du corps n'est pas convenable, il ne conservera pas le souffle vital, ni solidité, et les aliments ne pourront avoir le degré convenable de cuisson. De même si les membres ne reçoivent pas les aliments terrestres, ils s'étioleront, se trouvant privés du mélange du principe terrestre.

Si les animaux se trouvaient dépourvus de l'humide, exsangues et par l'absence du principe liquide (*liquor principiorum*), ils se dessécheraient complètement. La Providence, pour les choses nécessaires aux êtres vivants, ne les a pas rendues ni rares ni difficiles à trouver, comme les perles, l'or, l'argent et les autres choses qui sont inutiles à notre corps et notre nature ; celles, sans lesquelles la vie des mortels ne peut se conserver, elle les a placées sous la main de tout le monde. Ainsi, si quelque souffle manque au corps, l'air destiné à le restituer le fournit ; destinés à venir en aide à la chaleur, l'ardeur du soleil et l'invention du feu conservent la vie ; de même les fruits de la terre, bien préférables à l'abondance superflue des mets, satisfont à nos besoins, nourrissent les animaux en les sustentant avec tempérance ; l'eau ne sert pas seulement de boisson, mais se prêtant

à des emplois infinis, elle rend des services d'autant plus agréables, qu'elle ne coûte rien.

Pour reconnaître si une localité est salubre et convenable à la fondation d'une ville, Vitruve conseille d'examiner suivant l'usage des anciens les foies d'animaux égorgés, ayant vécu dans ces lieux. C'est peut-être cet usage qui a donné lieu aux sacrifices d'animaux et à l'examen des entrailles des victimes comme moyen de divination. Si les foies étaient trouvés corrompus, on allait s'établir ailleurs, jugeant que les aliments et l'eau fournis par cette région seraient également nuisibles à l'homme.

A l'appui de ce fait, il cite les rivages du fleuve Pothésie, qui coule en Crète entre les deux villes de Grossus et Gortyne. Les troupeaux qui paissent sur une des rives ont une rate; ceux de l'autre rive n'en ont pas, ce qui tient à ce qu'il y pousse une herbe nommée ἄσπληνον, dont la propriété est de diminuer la rate des animaux qui la broutent; on l'a employée d'après cela contre les maladies de la rate. On peut donc savoir facilement, d'après les qualités de l'eau, et les matières alimentaires que produit une localité, si elle ou non salubre

De la direction à donner aux rues d'une ville par rapport à celle des vents dominants. (Livre I, chap. VI).

A l'occasion de la production des vents et de leur nomenclature, j'ai déjà indiqué comment Vitruve conseille, en construisant une ville, de tracer d'abord la rose des vents au milieu, puis de diriger les rues principales de manière à éviter qu'elles puissent être enfilées par les huit vents principaux qui composent la rose des vents. Il cherche à montrer quel est l'effet nuisible des vents froids, chauds et humides; il cite comme exemple la ville de Mitylène à Lesbos. Quand l'Auster (Sud) y souffle, il y règne des maladies; quand c'est le Corus (N.-O.), on y tousse; le

Septentrion (N.) ramène la santé, mais on ne peut rester ni dans les grandes ni dans les petites rues, à cause du froid. Déjà les anciens avaient reconnu, que pour certaines maladies, celles de poitrine en particulier, on devait éviter le séjour des localités où règnent des vents fréquents et violents. Vitruve donne aussi la cause de l'action du vent sur la santé, en se fondant sur le principe de la médecine d'Hipocrate, *contraria contrariis curantur*. L'homéopathie existait-elle déjà à cette époque ?

Les lieux à l'abri du vent, non seulement offrent un séjour salubre aux personnes en bonne santé, mais aussi ceux qui sont malades par suite d'autres causes, qui dans d'autres localités salubres emploient les remèdes de la *médecine contraire*, dans ces lieux, à cause des conditions particulières qui sont dues à l'absence du vent, s'y guériront plus vite. Les maladies difficiles à guérir dans les lieux décrits ci-dessus (ceux qui sont exposés aux vents) sont le coriza, la goute, la toux, la pleurésie, la phtisie, les vomissements de sang, les maladies qu'on soigne non par les antiphlogistiques, mais par les fortifiants. Elles sont difficiles à soigner puisqu'elles proviennent du froid ; ensuite parce que les forces étant déjà abattues par la maladie, l'air agité est raréfié par les mouvements des vents, enlève le suc des corps malades, les affaiblit davantage. Au contraire l'air doux et plus dense, qui reste frais et se trouve rarement agité, à cause de son immobilité en touchant les membres nourrit et reconforte ceux qui sont atteints de ces maladies.

Le séjour dans des stations d'hiver à air calme sans variations brusques de température, était déjà connu des anciens, comme on le voit d'après ce passage, et recommandé pour les maladies de poitrine.

De l'hygiène des théâtres. (Livre VI, chap. III).

A l'occasion de la construction des théâtres, Vitruve conseille de choisir leur emplacement, de manière qu'il soit très salubre. Il croit à une plus grande facilité d'absorption des miasmes pendant l'attention prêtée aux jeux auxquels assistent les hommes avec leurs femmes et leurs

enfants. En Grèce, comme l'on sait, les femmes étaient exclues de toutes les représentations publiques ; était-ce à cause de la licence des comédies ? Ou plutôt, les mœurs excluant les femmes légitimes de toute espèce de vie publique, les auteurs se sont laissés aller à plus de liberté de langage, devant un auditoire uniquement formé d'hommes.

Pendant les jeux, les spectateurs, accompagnés de leurs femmes et leurs enfants restent assis captivés par l'attrait du spectacle, et leurs corps immobiles, à cause du plaisir éprouvé, ont tous les pores ouverts, dans les quels pénètrent les souffles des vents, qui, s'ils proviennent de régions marécageuses ou d'autres également malsaines, introduiront dans les corps des esprits nuisibles. Ainsi, en choisissant avec soin l'emplacement du théâtre, on évitera les maladies.

Il faut aussi éviter que le théâtre ne soit exposé à l'influence du Midi ; quand le soleil, en effet, en remplit l'étendue, l'air enfermé dans son enceinte, n'ayant pas la possibilité de circuler, s'échauffe en tournant et s'enflammant brûle, dessèche les humeurs du corps.

Qu'aurait donc dit Vitruve, de nos salles de théâtre, de la chaleur qui y règne surtout dans les parties élevées ?

Des portiques qui sont derrière la scène et les promenoirs.
(Livre V, chap. IX).

Vitruve recommande de placer derrière la scène des théâtres des portiques devant servir de refuge aux spectateurs, si une pluie subite vient interrompre les jeux, les théâtres étant à ciel ouvert, ou tout au plus couverts de toiles pour arrêter les rayons du soleil ; ils doivent servir aussi de dépôt pour les décors et les accessoires ; les portiques devaient donc en réalité jouer le rôle des divers foyers de nos théâtres modernes, tant pour les spectateurs que pour les acteurs. Il cite divers théâtres qui avaient de ces portiques : le portique de Pompée à Rome, d'Eumème à Athènes, du temple de Bacchus, l'Odéon cons-

truit par Thémistocle, le Strategeum de Smyrne, le portique élevé de chaque côté de la scène à Tralles.

Vitruve recommande expressément de transformer en jardins et en promenades l'espace libre laissé au milieu des portiques, qui devaient ainsi présenter l'aspect du jardin actuel du Palais Royal à Paris. Il conseille de multiplier dans divers buts les promenades et les jardins, ce que nous appelons aujourd'hui des squares, surtout en vue de l'hygiène.

On doit orner de verdure les espaces à découvert qui s'étendent au milieu des portiques, parce que les promenades à l'air libre sont très hygiéniques pour les yeux. L'air subtil et léger qui s'élève de la verdure, se répandant à cause du mouvement du corps, éclaircit en effet la vue ; il enlève des yeux une humeur grossière et rend la vue plus perçante. En outre comme le corps s'échauffe par suite du mouvement, l'air en pompant les humeurs des membres, diminue la réplétion et atténue, en le dissipant ce qui dans le corps, étant en trop, ne peut être supporté.

Il explique cet effet des promenades en plein air, par l'évaporation des sources qui ne se produit pas, quand elles sont sous terre ou dans des lieux couverts, mais donnent des vapeurs par l'action du soleil dans les lieux découverts.

Pour rendre les allées sèches et non boueuses, Vitruve conseille d'employer un moyen qui présente beaucoup d'analogie avec le drainage actuel des terrains humides, qui est cependant d'une invention très récente.

On devra creuser fortement ces allées, dit-il ; à droite et à gauche on fera des égouts de pierre, et dans les parois, qui regardent les promenades, on insérera des tubes inclinés du faite vers les égouts. Ceci fait, on remplit l'excavation avec du charbon ; par dessus on répand du sable qu'on égalise. Ainsi donc, par suite de la porosité du charbon et l'introduction des tuyaux dans les égouts, la plus grande quantité des eaux y est reçue et les promenades restent sèches et sans humidité.

Un autre avantage des promenades plantées d'arbres, d'après Vitruve, c'est de fournir, pendant le siège d'une ville, le bois nécessaire aux besoins domestiques. On peut

faire provision de sel et de vivres, trouver l'eau dans les puits, recueillir l'eau de pluie qui coule sur les toits, mais pour le bois indispensable pour faire la cuisine, on ne peut en faire provision à cause de la difficulté du transport et de la grande consommation. Vitruve recommande donc fortement de mettre des promenades derrière la scène des théâtres, près des temples, en vue de leur action hygiénique en temps de paix et de leur utilité en temps de guerre.

Des eaux minérales. (Livre VIII, chap. III et IV).

A propos des sources et de la recherche de l'eau potable, Vitruve donne de très longs développements sur les propriétés spéciales dont jouissent les diverses eaux minérales, chaudes et froides, et sur leurs effets divers. Parmi ces effets, les uns sont exacts, les autres erronés et même fabuleux. Vitruve reconnaît, du reste, qu'une partie des faits signalés, il les a constatés lui-même, les autres, il les a reproduits d'après un certain nombre d'auteurs tels que Théophraste, Timée, Posidonius, Hégésias, Hérodote, Aristide, Métrodore.

Il fait voir d'abord qu'il n'y a pas d'eau chaude par elle-même, idée qui semble bien naturelle aujourd'hui, mais qui avait besoin d'être énoncée à une époque où tout s'expliquait par les propriétés occultes des corps.

Il n'y a pas d'eau ayant la propriété d'être chaude, dit-il ; l'eau froide, quand elle arrive dans un endroit très chaud, entre en ébullition, et ainsi échauffée, sort de la terre par ses veines ; mais elle ne peut rester longtemps dans cet état et devient froide au bout de peu de temps. Toutes les eaux chaudes sont employées en médecine, parceque cuites auparavant avec diverses substances, elles acquièrent pour l'usage d'autres propriétés.

Vient la nomenclature des maladies guéries par les diverses sortes d'eaux et celle des qualités nuisibles d'un grand nombre de sources :

Les eaux sulfureuses fortifient les nerfs, en étouffant et brûlant par leur chaleur les humeurs vicieuses du corps; les alumineuses, quand les membres affaiblis par la paralysie ou toute autre maladie les ont reçues, en circulant dans les veines produisent un réchauffement et détruisent le refroidissement par la force contraire de la chaleur, et les membres reviennent à l'ancien état de santé. Les eaux bitumineuses, prises en boisson, sont purgatives et le plus souvent détruisent ainsi les vices du corps.

Ceci semblerait faire croire que les deux premières sortes d'eaux, les sulfureuses et les alumineuses étaient prises sous forme de bains.

L'eau froide nitreuse de Pima Vestina, de Cutilies et autres localités semblables, purge et guérit le scrofule. Les eaux trouvées dans les mines d'or, d'argent, de fer, de cuivre, plomb... sont mauvaises et produisent des effets contraires aux eaux sulfureuses, alumineuses et bitumineuses.

Quand, dit-il, elles pénètrent sous forme de boissons dans le corps, et en s'insinuant par les veines atteignent les nerfs et les articulations, elles les durcissent et les font enfler ; les nerfs grossissent par suite de l'œdème, se contractent dans leur longueur, rendent ainsi les hommes gouteux et podagres, parce que la capacité des veines est remplie de concrétions dures, épaisses et froides.

Vitruve cite un grand nombre de sources dont les eaux sont malsaines et même mortelles, ce qui est évidemment exagéré, mais il est parfaitement dans le vrai quand il parle de sources chez les Eques, en Italie, et dans les Alpes, chez la nation des Médulliens, dont les eaux font grossir la gorge de ceux qui en boivent; on attribue, en effet, le goître endémique des populations des Alpes à la nature des eaux. Il serait trop long de suivre Vitruve dans toutes ses citations plus ou moins erronées, je me contenterai d'indiquer les plus importantes.

Il parle d'eaux salées, par suite de leur parcours dans des mines de sels, et des lacs salés de l'Égypte, où le sel cristallise à la surface, d'eaux huileuses donnant de la poix ;

du lac Asphaltique, qu'il place près de Babylone, le bitume ayant servi avec des briques, à Sémiramis, pour en construire les murs.

Il cite des fontaines incrustantes et pétrifiantes, comme celle de Sainte-Alyre, près de Clermont.

En Cappadoce, sur le chemin qui va de Mazara à Tecana, il y a un lac étendu ; si dans ce lac on plonge une partie d'un roseau ou de tout autre objet, et qu'on l'enlève le lendemain, on trouve que cette partie plongée a été pétrifiée ; la partie restée hors de l'eau n'a pas changé. De même à Hiéropolis et en Phrygie, jaillit une grande quantité d'eau chaude que l'on conduit dans les fossés autour des jardins et les vignes. Il s'y forme au bout d'un an des incrustations pierreuses ; chaque année en refaisant les bords de ces fossés, on les enlève et s'en sert pour faire des clotures aux champs.

Certaines eaux, bues par les animaux au moment où ils sont disposés à se reproduire, ont la propriété, quoiqu'ils soient blancs, de leur faire faire des petits gris cendrés, ailleurs bruns, ailleurs noirs. Ainsi, chaque liquide, doué de propriétés spéciales, en pénétrant dans le corps, y dissémine sa qualité propre. Le Xanthe, qui coule près de Troie, aurait dû son nom à ce que les bœufs qui naissent près de ce fleuve sont roux et les moutons gris-cendrés.

Il existe près de Nocratis, en Arcadie, une source très froide appelée Στυγος ὕδωρ, qu'on ne peut conserver dans un vase d'airain, de fer, d'argent, sans que celui-ci se fende ou se brise ; elle ne peut être contenue que dans la corne d'un pied de mulet. C'est cette eau qu'Antipater aurait envoyée à son fils Iollas, qui en donna à Alexandre et le fit ainsi mourir.

Il y a des eaux qui énivrent comme s'il s'y trouvait mêlé du vin, d'autres eaux, comme celles de Clitor, en Arcadie, empêchent ensuite de boire du vin, comme l'atteste une inscription en vers grecs qui s'y trouve inscrite, attribuant cet effet à ce que Mélampus, pour guérir les filles de Prétus de leur folie, les plongea dans ces eaux.

Dans l'île de Chio, l'eau d'une fontaine rend le cœur dur

comme un rocher. A Suse, il y a une fontaine qui fait tomber les dents de ceux qui en boivent, ainsi que l'atteste une inscription en vers grecs. En Afrique, comme le fils de Massinissa dont il a déjà été question l'avait dit à Vitruve, il y a des sources auprès desquelles ceux qui y sont nés ont une très belle voix pour chanter ; aussi, dit-il :

On achète constamment des jeunes gens d'outremer bien faits et des jeunes filles nubiles, afin que leurs enfants possèdent non seulement une belle voix, mais soient aussi très beaux.

Pour expliquer cette diversité de propriétés des eaux minérales, Vitruve s'appuie toujours sur le principe de la composition du corps humain avec les quatre éléments d'Empédocle, et le compare à l'étendue de la terre entière :

La nature a répandu une telle variété dans ces diverses productions, que le corps humain, qui ne renferme cependant que peu d'élément terrestre, possède cependant tant de genres différents d'humeurs, tel que le sang, le lait, la sueur, l'urine, les larmes. Si donc dans une si petite portion de terre, on trouve une si grande grande différence de propriétés, on ne doit pas s'étonner, si dans l'immensité du monde, on rencontre une telle variété de sucs ; les eaux parcourant les cavités qui les renferment, s'en imprègnent, parviennent à l'orifice des fontaines, et produisent ainsi ces sources si variées et si différentes par leurs propriétés spéciales, d'après la diversité des lieux, les qualités des régions et les propriétés dissemblables des terres.

Action toxique du plomb. (Livre VIII, chap. VII).

Parlant des tuyaux de conduite des eaux, Vitruve conseille de remplacer les tuyaux de plomb par des tuyaux de terre, moins coûteux, plus faciles à réparer ; en outre, ajoute Vitruve :

L'eau est beaucoup plus saine dans ces tuyaux que dans les tuyaux de plomb ; elle est rendue mauvaise par l'action du plomb, parcequ'il s'y produit de la céruse, que l'on dit être nuisible au corps humain ; si donc ce qui en provient est nuisible, il n'y a pas de doute que la chose elle-même ne

soit malsaine. Nous en avons la preuve par les ouvriers plombiers, qui sont toujours très pâles ; les exhalaisons qui s'échappent, quand on fond le plomb, la vapeur qui en sort, pénètrent dans les membres, et brûlant à la longue, leur enlèvent les vertus du sang. Aussi semble-t-il que l'eau ne doit pas être conduite par des tuyaux de plomb, si on veut l'avoir saine ; la saveur doit en être meilleure dans des tuyaux de terre, comme nous le montre l'usage journalier, puisque les personnes qui possèdent en quantité des vases d'argent, à cause de la bonté du goût, préfèrent employer des vases de terre.

CHAPITRE X.

DES DIVERSES ESPÈCES DE CONSTRUCTIONS.

Des constructions maritimes. (Livre V, chap. XII).

Dans le Livre V uniquement consacré aux diverses espèces de constructions, le dernier chapitre est relatif aux constructions maritimes, qui doivent se faire sous l'eau. Si l'on ne trouve pas de ports naturels, on en forme en construisant des jetées ou des môles, qui ferment le port. Pour les fondations et la construction, Vitruve indique divers procédés, suivant les conditions dans lesquelles on se trouve.

1° Si l'on a à sa disposition de la pouzzolane, c'est-à-dire la pousssière que l'on trouve depuis Cumes jusqu'au promontoire de Minerve, on fait du mortier pour lequel elle entre pour la moitié. Puis ayant fait avec des madriers reliés et consolidés par des chaînes une enceinte, on unit le fond de l'eau avec des poutres, on y verse du mortier mélangé de moellons (le Béton actuel), de manière à remplir l'espace compris entre les madriers.

2° Si l'agitation de la mer empêche de construire un batardeau solide, on fait, en partant du rivage un terre-plein, qui se termine par un talus. Au niveau de l'eau, on élève tout autour un mur qui va jusqu'au niveau supérieur, on verse du sable de manière à prolonger la surface plane jusqu'au mur de soutiennement. Au-dessus on construit un bloc de maçonnerie; on le laisse sécher et on démolit ensuite les murs de soutiennement; le sable est enlevé peu à peu par les flots, et le bloc est précipité dans la mer. Ce procédé est évidemment équivalent à celui que l'on emploie aujourd'hui, qui consiste à faire des blocs de bêton, et à les faire tomber au fond de la mer; seulement le procédé de Vitruve devait être fort long et peu sur, si, par dessous les murs provisoirs, le sable du terre-plein était enlevé par des infiltrations.

3° Le troisième procédé consiste à faire une enceinte fermée à l'aide d'un batardeau formé de deux rangées de madriers, entre lesquels on comprime de la terre, comme on le fait aujourd'hui encore. On enlève l'eau à l'intérieur à l'aide de vis d'Archimède, de norias ou de tympans; on creuse pour trouver un fond solide; on y fait des fondations plus larges que les murs qu'elles doivent supporter. Ce procédé doit être employé là où l'on n'a pas de pouzzolane à sa disposition.

4° Le quatrième procédé indiqué consiste à enfoncer des pilotis d'aulne, d'olivier ou de chêne durci au feu; de remplir les intervalles de charbon; au-dessus on construira

le mur avec des pierres de taille extérieursment et des moellons à l'intérieur. En diverses autres localités, Vitruve conseille également l'emploi des pilotis pour les constructions à l'intérieur des terres, dans les endroits marécageux; ce qui indiquerait que l'usage des pilotis est très ancien, si on n'en avait la preuve directe par les palafites venant des villages lacustres de l'époque de l'âge de pierre.

Sur la confection des carrelages, des enduits et des plafonds.
(Livre VII, chap. I, II, III, IV).

Vitruve donne dans le livre VII des détails intéressants sur la manière dont on faisait les carrelages ou les mosaïques. Sur le sol primitif, bien battu, ou sur des planches bien dressées, on étendait une première couche de pierres cassées assez grosses; au-dessus on mettait une couche de mortier bien battu et comprimé, puis enfin une couche de ciment fait de tuiles cassées et de chaux. Au-dessus on plaçait les carreaux ou les mosaïques que l'on polissait et frottait avec de la poudre de marbre. Pour les carrelages qui devaient être exposés à l'air, Vitruve conseille de faire d'abord un double plancher, avec des planches placées dans les deux sens, en les réunissant l'un à l'autre par des clous; au-dessus on met des couches de mortier et de ciment fort épaisses, et enfin on recouvre le tout de carreaux, de manière à donner au carrelage une pente convenale; on introduit des résidus d'huile dans les joints. Pour plus de sureté, Vitruve conseille de faire deux carrelages superposés; dans le premier, entre les carreaux sont ménagés de canaux remplis d'un mastic fait avec de l'huile et de la chaux. On polit le tout, et pardessus on pose le second carrelage. Pour les plafonds et les enduits, indiqués dans la tête du chapitre sous le nom de *albaria opera*, il n'est nulle part explicitement question du plâtre, quoique l'expression de gypsum soit employée une fois, mais plutôt pour combattre

l'emploi de cette substance. Comme on mêlait aux enduits de la poudre de marbre, la prise rapide du plâtre aurait pu en empêcher le mélange intime. De plus, comme les murs étaient recouverts de peintures, on aimait à avoir des enduits qui fussent plus durs que le plâtre et moins sujets aux détériorations. Même pour les plafonds, en forme de voutes, Vitruve conseille l'emploi du mortier plus ou moins fin, avec un mélange de poussière de marbre pour les couches superficielles.

Pour les plafonds en forme de voutes, après que la charpente avait été préparée par des arceaux placés à une faible distance, on y fixait avec des cordes un revêtement de joncs, sur lequel on posait les couches successives du mortier.

De même pour les murs, on y place des couches nombreuses faites avec du sable de plus en plus fin, et prenant de la chaux éteinte depuis longtemps, afin d'éviter qu'il ne s'y trouve aucun morceau dur ou non cuit qui ferait saillie sur le mur. Les peintures, afin qu'elles fussent bien adhérentes, étaient posées sur l'enduit encore humide.

Le long des cloisons de bois, on plaçait plusieurs couches de cannes fixées par des clous, avec un enduit d'argile, et pardessus on posait les enduits successifs de mortier.

Pour les murs humides, Vitruve donne plusieurs moyens de les recouvrir d'enduits sans que ceux-ci soient atteints par l'humidité. Il dit d'abord que dans les salles du rez-de-chaussée, les murs doivent être revêtus de ciment jusqu'à une certaine hauteur. Si on le peut, il conseille de construire un second mur séparé du premier par un petit espace dans lequel on ménagera un canal d'écoulement situé à un niveau inferieur à celui de la salle. Enfin, il indique une sorte de revêtement de tuiles à rebord, enduites de poix en dedans, formant un second mur très mince, séparé également du premier par un canal ménagé pour l'écoulement de l'eau condensée. Cette couche de tuiles est peinte à la chaux afin que le ciment y adhère, et on y super-

pose ensuite les diverses couches de mortier qui formaient les enduits des murs intérieurs.

De la manière de conduire les eaux, de creuser les puits et les citernes. (Livre VIII, chap. VII).

Pour terminer le livre VIII relatif à l'eau et aux sources, Vitruve indique le procédé employé pour établir les conduites d'eau, et à défaut de sources, pour creuser les puits et construire les citernes.

Pour les eaux de source, il parle d'abord de la construction des aqueducs en maçonnerie, avec une pente minimum d'un demi pied pour cent pieds ou de 0,05 ; si l'on rencontre une montagne à traverser, on y creuse un canal dans le cas où le sol est formé de tuf ou de roches ; s'il est sableux ou terreux, on construit des parois et une voute avec des regards à cent vingt pieds de distance l'un de l'autre.

A l'arrivée de l'aqueduc dans la ville, on construit un réservoir général ou chateau d'eau, d'où l'eau se déverse en égale quantité dans trois réservoirs, disposés de telle sorte que le trop plein des deux latéraux se réunisse dans celui du milieu. Ce dernier alimente les bassins et les fontaines ; un des latéraux les bains, et le troisième les maisons particulières. Vitruve ajoute que les bains procuraient un revenu à l'état ; les particuliers payaient aussi pour les concessions d'eau, une redevance qui était employée à l'entretien de la canalisation. Cette disposition de ces trois bassins assurait le service des fontaines publiques.

On sait combien tout ce qui était relatif aux conduites d'eau était parfaitement réglementé à Rome, qui était admirablement pourvue d'eau grâce aux nombreux aqueducs dont on voit encore les ruines de tous côtés dans la campagne Romaine.

Le second mode de conduction d'eau était pratiqué à l'aide de tuyaux de plomb. On confectionnait ces tuyaux en pre-

nant des lames de plomb d'une longueur de dix pieds, d'une largeur variable, exprimée en doigts suivant les diamètres du tuyau qu'on voulait faire, diamètre qui était par suite plus petit que le tiers de la largeur, à cause du recouvrements des deux bords, que l'on repliait probablement l'un pardessus l'autre, de manière à empêcher toute sortie de l'eau ; on employait un grand cylindre de bois comme mandrin pour donner à la lame la forme cylindrique. Vitruve donne le poids total des lames de diverses largeurs, qui leur est proportionnel, ce qui indiquerait que l'épaisseur des parois était la même dans tous les tuyaux gros et petits, cette largeur variant de 100 doigts à 5 doigts. Vitruve n'indique pas comment on faisait les raccords et les soudures entre les divers tuyaux d'une même canalisation.

L'avantage des tuyaux de plomb, c'est de pouvoir suivre la pente des montagnes et de les contourner, de descendre dans les vallées assez larges pour remonter de l'autre côté, en formant à la partie inférieure une partie horizontale nommée ventre, mais en évitant les coudes brusques, qui peuvent amener la rupture des tuyaux. Dans la partie inférieure, il faut établir sur le tuyau ce que Vitruve nomme des columnaria, c'est-à-dire de petites colonnes, pour diminuer la force de l'air. Ce sont probablement des sortes de cavités fermées où devait se ramasser l'air qui sans cela pouvait rester à la partie supérieure du coude et obstruer une partie de la conduite; Vitruve ne dit pas, si en ouvrant ces sortes de regards, on procédait à l'extraction de l'air ; cela paraît probable. Il conseille de placer des réservoirs à des distances de 4,000 pieds les uns des autres, probablement ouverts afin de faciliter les réparations ; il dit de ne placer ces réservoirs, ni à la descente, ni au fond des vallées, ni dans la partie ascendante, mais dans les parties où les tuyaux sont de niveau, c'est-à-dire avec leur pente habituelle ; dans les premières positions en effet, l'eau ne pourrait remonter.

Cette description si nette de Vitruve montre bien que les

Romains connaissaient parfaitement le principe des vases communiquants et l'appliquaient dans la construction des conduites d'eaux, ce dont on doutait à cause des nombreux aqueducs qu'ils construisaient là où aujourd'hui nous mettons, il est vrai, des tuyaux de fonte. Cela pouvait tenir à ce que au point de vue de l'hygiène, ils préféraient, comme je l'ai déjà signalé, l'emploi des canaux cimentés à celui des tuyaux de plomb. Ensuite, ceux-ci, faits de lames repliés, devaient être assez défectueux et permettre à de nombreuses fuites d'exister.

Enfin, il conseille, comme étant moins couteux, l'emploi de tuyaux de terre, ayant une épaisseur de deux doigts au moins. On retrouve de ces tuyaux dans les ruines des thermes romains, servant à conduire les eaux froides et chaudes dans les bains. Une partie était effilée, de manière à entrer dans le tuyaux précédent ; les joints étaient faits avec de la chaux mélangé d'huile. Pour joindre les parties ascendantes et descendantes avec le conduit qui suivait le fond d'une vallée, on se servait d'un bloc de pierre rouge (peut être du grès vosgien) placé à l'endroit du coude ; il était percé d'un canal intérieur avec des ouvertures pour recevoir les deux tuyaux.

Vitruve parle du vent violent qui se produit dans les tuyaux, quand on y introduit l'eau trop brusquement ; évidemment ce sont plutôt les coups de bélier qui peuvent se produire surtout lorsque l'eau a parcouru un tuyau avec une pente assez forte, qui vient à cesser pour arriver à une contrepente. Il conseille d'introduire de la cendre dans les tuyaux avant d'y mettre de l'eau pour mieux boucher les joints. L'avantage des tuyaux de terre, outre qu'ils coûtent moins cher que ceux de plomb, consiste en ce que les réparations sont plus faciles, et en outre, comme je l'ai dit plus haut, l'eau est de meilleure qualité.

Pour les citernes, Vitruve n'indique rien de bien particulier, sauf la précaution de construire plusieurs citernes communiquant l'une avec l'autre, afin que l'eau puisse

s'éclaircir en passant de l'une à l'autre, et qu'en laissant déposer le limon, elle reste plus sapide et salubre; l'eau en sera plus limpide et conservera sa saveur sans odeur; sinon on lui ajoutera du sel pour la purifier.

J'ai réuni dans les pages précédentes tous les extraits que j'ai cru devoir faire de l'œuvre si variée de Vitruve sur tous les points étrangers à l'architecture et propres à nous donner une idée de l'éducation scientifique à l'époque d'Auguste. Autant qu'il m'a été possible, j'ai cherché à classer méthodiquement ces extraits, ce que je n'ai cependant pas pu toujours faire rigoureusement.

Quant à la traduction exacte des textes que j'ai reproduits, elle a été très difficile à faire, d'abord à cause du peu de netteté des idées de l'auteur sur plus d'un point, de la difficulté d'approprier à des développements scientifiques les expressions de la langue latine, employées primitivement dans d'autres sens, ce qui donne au style souvent une grande prolixité sans en augmenter la clarté. Il y a en outre des expressions employées par Vitruve seul, dont par suite le sens est à fixer d'après la signification générale de la phrase, sans qu'aucun dictionnaire puisse être utilement consulté. Aussi la difficulté de la traduction exacte m'a déterminé dans un certain nombre de passages douteux, au point de vue de leur sens, à ajouter les mots latins.

Il ressort en général de l'examen de tous ces extraits, que Vitruve, comme il le dit lui-même, possédait une érudition très variée, peut-être moins vaste que celle de

Pline, qui vécut peu après lui ; mais on y trouve relativement moins d'erreurs mélangées à des faits exacts, quoique sa confiance dans les récits des anciens auteurs soit encore très grande, comme le prouve tout ce qu'il dit des diverses espèces d'eaux minérales, par exemple. Il paraît, quoiqu'un peu sceptique au point de vue religieux, l'être moins également que Pline, qui reconnaît ouvertement comme des fables tous les mythes de la religion officielle; peut-être un tel aveu n'eût-il pas été possible sous la règne d'Auguste et de la part d'un de ses courtisans, qui en recevait une pension.

Lille Imp. L. Danel.